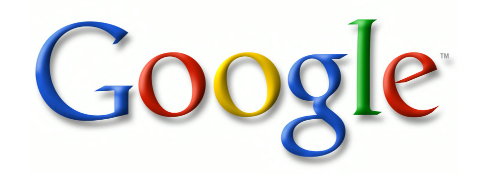




MONOGRAFÍAS INDUSTRIALES

ALMIDONES, FÉCULAS

Y SUS DERIVADOS

FABRICACIÓN

DEL ALMIDÓN DE TRIGO, ARROZ, MAÍZ, ETC.,
FÉCULA DE PATATA Y RAÍCES FECULENTAS;
FABRICACIÓN DE LA DEXTRINA Y DE LA GLUCOSA;
FABRICACIÓN DE PASTAS PARA SOPAS; FIDEOS,
MACARRONES, SÉMOLAS, ETC..

POR

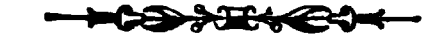
D. FRANCISCO BALAGUER Y PRIMO

INGENIERO INDUSTRIAL QUÍMICO Y MECÁNICO

SEGUNDA EDICIÓN
aumentada con los procedimientos más modernos y económicos

POR

D. M. GARCÍA LÓPEZ



MADRID
HIJOS DE D. J. CUESTA
Calle de Carretas, núm. 9
1894

Madrid, 1894.—Tipografía de los Sucesores de Cuesta, Cava-alta, 5

ADVERTENCIA

Los constantes progresos de la industria han introducido en la fabricación de los productos amiláceos tan notables modificaciones, que no pueden dejarse pasar sin exponerlos en la presente edición: difunto nuestro querido amigo y condiscípulo D. Francisco Balaguer y Primo, que tanto estudió las industrias agrícolas, y á cuya pluma son debidas gran número de monografías industriales, entre las que se cuenta la de féculas y almidones, hemos aceptado la misión que la Casa editorial nos ha confiado de refundir la primitiva monografía, agregando á ella los procedimientos modernos que con posterioridad á su publicación han aparecido como de más prácticos y económicos resultados en la fabricación de almidones, féculas y sus derivados, por más que la base esencial de nuestros trabajos han sido los principios que nuestro buen condiscípulo dejó sentados en su citada obra, cuya marcha hemos seguido en la exposición, modificando solamente aquello que la experiencia ha demostrado que era susceptible de mejora.

Honrados y satisfechos nos consideraremos si esta monografía contribuye en algo al perfeccionamiento de nuestra industria agrícola, auxiliar inmediato de la agricultura, de la que es el complemento.

ALMIDÓN Ó FÉCULA

Y SUS DERIVADOS

I

CONSIDERACIONES GENERALES

DEL ALMIDÓN

Esta substancia, conocida ya por los antiguos, y especialmente por los egipcios y griegos, que únicamente sabían extraerla del trigo, y que se preparaba de una manera hábil por los habitantes de la isla de Chío, á quienes atribuía Plinio su descubrimiento, se usaba como alimento y medicina, y ha dado origen á una industria agrícola de gran importancia, adquiriendo su fabricación en los tiempos modernos extraordinario desarrollo. De aquí la importancia de su estudio para los que explotan las producciones agrícolas, y de aquí que hayamos de examinar su origen, naturaleza y aplicaciones con algún detenimiento.

La extracción y uso del almidón de patata, ó sea de la substancia llamada *fécula*, que también se extrae de otras plantas y raíces, y que se conoce con ese nombre para distinguirla de la procedente de los granos, que se designa especialmente con la palabra *almidón*, ó de la obtenida de las partes aéreas de las plantas, es de fecha muy reciente, y data, á lo sumo, de fines del siglo XVI ó de principios del XVII.

Algunos creen que la palabra *almidón* procede de la palabra griega *mola*, que con la preposición privativa *a* antepuesta, debe significar *sin molienda*, con lo cual se indica que el almidón se prepara sin someter el grano á la acción de la piedra de moler, á diferencia de las demás substancias farináceas. Tampoco falta quien entienda que la palabra es de origen árabe, en atención á que aparece como primera sílaba la partícula *al*.

El *almidón* ó *substancia amilácea*, llamado en francés *amidon*, en italiano *amido*, en inglés *starch* y *fécula*, y en alemán *stärke*, *stärkmehl*, es un principio no azoado que tiene una organización particular, y que se halla distribuído con mayor ó menor abundancia en casi todas las plantas y en diferentes partes de su organismo.

Abunda en las raíces de las zanahorias, malvas, regaliz, jalapa, belladona, colombo, manioc y en muchas otras raíces, sobre todo en la estación de otoño, escaseando en la primavera, porque es uno de los principios de secreción que se acumulan en las plantas durante la estación estival, para servir en el siguiente período de vegetación como materia alimenticia de las tiernas yemas, á las cuales se transporta en estado soluble y transformada en dextrina en la linfa ascendente.

También se halla en los rizomas y tallos subterráneos del lirio, de la caña, etc.; en los tubérculos de la patata, de la batata, del arrow-root, de los *arums*, etc.; en los bulbos del cólchico, de los tulipanes, del asfodelo y de otras liliáceas; en la parte central del tallo de las palmas; en las bellotas; en las castañas comunes; en las de Indias; en el trigo sarraceno; en las semillas de las leguminosas, como las habas, alubias, lentejas y altramuces, y en los granos de los cereales, ó sea del trigo, centeno, cebada, maíz, avena, mijo y arroz.

En proporciones menores se halla también en las cortezas de quina, de canela blanca, en los líquenes, en las manzanas y en otras frutas. Puede asegurarse que ninguna especie vegetal se halla privada de almidón, y que por lo menos en alguno de sus órganos, y durante algún período de su existencia, contienen esa substancia, descubriéndose lo mismo en las especies arbóreas más desarrolladas que en las que ocupan un lugar muy inferior en la escala vegetal, como el *locopodium*, la *conferva*, la *chara* y la *marchantia*.

Unicamente no se ha descubierto, ó no existe realmente, en los tejidos rudimentarios, como las espongiolas de las raíces y los rudimentos de las yemas, mientras que aparece, por el contrario, en la epidermis de las plantas, abundando más y siendo mayores los granos de almidón en las partes del vegetal que más próximas se hallan á la parte central de los órganos compuestos. En una especie de infusorio, el *Englena viridis*, halló Gottlieb gran cantidad de una substancia análoga al almidón del trigo por su estructura y propiedades, y la denominó *paramilón*. Los granos de esa substancia son de color blanco, inso-

lubles en el agua y en los ácidos diluídos, presentando, sin embargo, la misma composición que la substancia amilácea. Calentados á una temperatura de 200°, se transforman en una materia gomosa, insípida y soluble en el agua. El ácido clorhídrico los transforma en glucosa. Algunos creen que existe una pequeña cantidad de almidón en los animales superiores; pero esta suposición se halla muy distante de estar demostrada.

Como se desprende de las anteriores indicaciones, se conocen muchas plantas y frutos, semillas ó raíces de las cuales se puede extraer ventajosamente el almidón, bajo el punto de vista industrial, siendo de advertir que no basta que el almidón exista en abundancia para preferir un vegetal á otro, porque no siempre el producto extraído posee las cualidades exigidas en la práctica, por mucho que abunde en el vegetal que se pretenda utilizar para la especulación. Algunas plantas suministran un almidón colorado, como sucede con una variedad del ñame, cultivado en la Guayana francesa, el cual da un almidón rojo, mientras que otra variedad le produce amarillo; coloraciones que es difícil hacer que desaparezcan, y que por lo mismo son causa de que tengan poca aplicación los almidones de esa índole.

Estructura y propiedades del almidón.—Esta substancia se presenta unas veces como polvo blanco, suave al tacto, que cruje bajo la presión de los dedos; otras veces en masas friables ó quebradizas, que se dividen fácilmente en muchas partículas, que semejan cristales prismáticos, pero que no revelan ninguna estructura cristalina ni tendencia alguna á cristalizar. Que el almidón es una substancia orgánica, se reconoce fácilmente por medio de la inspección microscópica; descubrimiento que se atribuye á Leeuwenhæck, y que confirmaron después Raspail, Gay-Lussac y otros eminentes químicos.

El microscopio nos muestra que el almidón se halla formado por numerosos gránulos incoloros, translúcidos, de diferente forma y grosor, según la especie vegetal de que proceden. Unos son esféricos, otros ovoideos, otros lenticulares, no pocos angulosos ó sinuosos, y así un observador hábil reconoce por medio del microscopio á qué vegetal pertenece el almidón que inspecciona. Los diminutos granos del almidón de los cereales tienen generalmente forma más ó menos esférica; en la fécula de patatas se encuentran más bien formas diversas entre sí, es decir, esféricas en los granos más pequeños y angulosas en los más gruesos. Schleiden patentizó la existencia de una pequeña

cavidad en los granitos amiláceos de algunas especies, como el *Arum maculatum* y el *Colchicum autumnale*.

Todos los gránulos se hallan constituídos por la superposición de muchas capas concéntricas, de las cuales las más sutiles, densas y antiguas son las exteriores, y las más gruesas, tiernas y recientes las interiores. Todos los estratos ó capas se hallan en relación concéntrica respecto de un pequeño orificio, por el cual penetra el líquido nutritivo destinado á ir aumentando el volumen de los diferentes gránulos. Ese orificio, invisible aun por medio del microscopio, cuando los granos se hallan en su estado natural, se hace perceptible, produciendo, por medio de la desecación, una contracción de los gránulos, que determina la apertura del orificio en forma de embudo. Es fácil patentizar la estructura estratigráfica de los gránulos de almidón sometiéndolos á una temperatura de 200 á 210°, y bañándolos después con agua, que hincha los granos y pone de manifiesto las capas cuando se bañan con una disolución acuosa de yodo.

Triturando los granos de almidón bien secos entre dos láminas de vidrio, se rompen aquéllos, y los planos de rotura pasan siempre por el orificio, como si en este punto fuese menos resistente la materia. Calentando el almidón, primeramente humedecido, á una temperatura de 200°, los granos se abren y deshojan á modo de una coliflor.

El grosor de los gránulos de almidón es variable, no solamente en las diferentes especies de vegetales, sino que también en la misma especie, según la edad de la planta, el estado de formación en que están los gránulos y el órgano vegetal en que se hallan. De aquí la imposibilidad de fijar exactamente las dimensiones, y de aquí que juzguemos estéril, bajo el punto de vista industrial y práctico, reproducir alguno de esos minuciosos cuadros sinópticos que suelen redactar los que del estudio del almidón se ocupan, bajo el punto de vista puramente científico; baste saber que los granos más diminutos examinados hasta ahora son los del *Chenopodium quinoa*, que miden de una á dos milésimas de milímetro, y los más gruesos los del almidón de patata, cuyo diámetro alcanza á 10 centésimas de milímetro, según Wiesner, y 0,185 en su máximum, según Karmarsch.

Los gránulos de almidón se hallan contenidos dentro de células vegetales, pasando á veces desde la forma redondeada á la forma poliédrica, á causa de la presión que experimentan

los granillos acumulados en una misma célula. Precisamente por la relativamente considerable magnitud del gránulo en el almidón de patatas, la fécula de éstas forma un grano menos suave y fino que el del almidón de trigo.

El almidón es inodoro é insípido cuando es puro; estado en que rara vez le expende el comercio; pero no es difícil notar en las diversas clases de almidón, los de patatas, sagú, trigo, etc., un sabor característico, y debido, según Payen, á diferentes aceites esenciales, que se mantienen adheridos á los granos. El peso específico del almidón se aproxima á 1,5, siendo de advertir que influye mucho en aquél la cantidad de agua que contiene, y así la fécula secada al aire tiene un peso específico de 1,503, mientras que si se halla completamente seca pesa 1,633.

Puesto á secar al aire, el almidón conserva un 18 por 100 de agua próximamente, y en tal estado, aun cuando se halle reducido á polvo, conserva todavía la tendencia á aglomerarse formando bolas. Conservado en un recinto cuyo aire sea húmedo, el almidón retiene un 35,5 por 100 de agua.

Una vez humedecido el almidón, se aglomera en masas y se conserva en ese estado aun después de haber sido puesto á secar; pero si se lava previamente con agua, alcohol ó éter, pierde la propiedad de aglomerarse en masa, gracias probablemente á la separación de substancias heterogéneas. Es completamente insoluble en el agua fría, en el alcohol y en el éter. Desleído el almidón en doce ó quince partes de agua, y calentado después, se altera físicamente, y á la temperatura de 57° comienzan á henchirse los granos más jóvenes, y paulatinamente, á medida que se va elevando la temperatura, el fenómeno va apareciendo en mayor número de granos. A los 72° centígrados el líquido se pone denso y la ebullición se presenta en una masa gelatinosa y semitransparente, que se llama *engrudo* ó *cola de almidón*. Los gránulos hinchados ocupan un volumen veinticinco ó treinta veces mayor que el primitivo, y con el enfriamiento el engrudo se contrae, se solidifica y se hiende tal vez.

Para preparar rápidamente el engrudo de almidón conviene diluirle en poca cantidad de agua y verter después esta mezcla poco á poco en agua hirviendo. También la harina de trigo forma engrudo con el agua, á causa del almidón que contiene; no así la harina de patata, gracias al tejido celular que encierra los gránulos amiláceos y á la coagulación de la albúmina

á causa del calor. Pero si las patatas desmenuzadas y hervidas se tratan con el álcali cáustico, la albúmina se disuelve, es atacada la celulosa, y entonces el almidón se mezcla con agua y forma engrudo.

Si se pone á hervir agua que contenga una centésima parte de almidón, los granos se hinchan completamente y parece que se disuelven, puesto que el líquido se mantiene límpido y pasa en gran parte á través del filtro de papel; pero los granos pueden reunirse de nuevo bajo la influencia del hielo. Las raicillas de las plantas no absorben el almidón de semejante líquido, lo cual prueba que en realidad no se hallan disueltos los gránulos.

Jacquelin observó que, calentando por espacio de unas dos horas, y á 150°, el almidón con agua dentro de una marmita de Papin, y dejando enfriar después el líquido, se forma en éste un sedimento de gránulos sumamente diminutos que tienen un diámetro de 2 milésimas de milímetro, y esa propiedad es natural y común á todas las especies de almidón.

En el siguiente cuadro se indican las cantidades de almidón halladas por Krocker en las diferentes semillas y raíces más importantes, considerado el almidón que contienen 100 partes de la substancia examinada después de ser desecada á la temperatura de 100°:

Harina de trigo núm. 1, de	65,21 á 66,16
Harina de trigo núm. 2, de	66,93 á 67,42
Harina de trigo núm. 3, de	57,21 á 57,70
Harina de centeno núm. 1, de	60,56 á 61,26
Harina de centeno núm. 2, de	52,12 á 54,84
Harina de centeno núm. 3, de	57,07 á 57,77
Harina de cebada de Darmstadt, de	64,18 á 64,63
Harina de trigo sarraceno	65,06
Harina de maíz	77.74
Cebada de Jerusalén, de	42,03 á 42,60
Avena del Kamchatka, de	39,55 á 40,17
Trigo sarraceno, de	43,80 á 44,45
Maíz, de	65,88 á 66,80
Mijo, de	53,76 á 55,86
Arroz, de	85,78 á 86,63
Habas, de	37,71 á 37,79
Guisantes, de	38,70 á 38,81
Lentejas, de	39,62 á 40,08
Patatas, de	70,50 á 83,50

Como los vegetales que se someten á un tratamiento para extraer el almidón rara vez han sido desecados á la temperatura de 100°, sino que únicamente se ponen á secar bajo la acción del aire, es útil conocer la cantidad de agua que contienen en ese estado y la cantidad de almidón, según se ve por el siguiente análisis:

	Agua por 100	Almidón por 100
Harina de trigo	15,8	68,7
Arroz descascarillado	13,3	61,7
Centeno	11,0	59,7
Trigo	13,2	59,5
Cebada	11,5	57,5
Avena	11,9	46,6
Guisantes	5,0	37,3
Habas	16,7	33,0
Patatas	76,0	20,0

Payen ha determinado las mayores dimensiones de los granos de almidón, y los ha indicado en 1/1000 de milímetro. De este estudio extractamos los ejemplos siguientes:

Granos de almidón de patatas grandes	185
— de patatas ordinarias	140
— del *Maranta indica*	140
— de habas	74
— de sagú	70
— de lentejas	67
— de guisantes	50
— de trigo	50
— de maíz	50

Con motivo de la magnitud del grano, la fécula de patata forma un polvo un poco menos fino que el almidón del trigo.

El almidón ordinario secado al aire contiene todavía 18 por 100 de agua próximamente; en tal estado, aun cuando sea pulverulento, posee todavía una gran tendencia á reunirse en bolas.

Conservado al aire húmedo, el almidón contiene todavía 35,5 por 100 próximamente de agua. Cuando contiene 45 por 100 de agua se llama *fécula* verde. He aquí un estado que indica los diferentes términos de hidratación del almidón:

Estado del almidón	Fórmulas	Agua higroscópica por 100	Almidón seco por 100
1.° Anhidro (1)..........	$C^{12}H^9O^9$	0	0
2.° Secado de 120° á 140° en el vacío seco.....	$C^{12}H^9O,^9HO$	0	100
3.° Idem á 15°, íd........	$C^{12}H^9O,^9HO + 2HO$	10	90
4.° Idem al aire á 20°, higrómetro 0,6.	$C^{12}H^9O,^9HO + 4HO$	18,18	81,82
5.° Idem al aire, saturado de humedad	$C^{12}H^9O,^9HO + 10HO$	35,71	64,39
6.° Escurrido lo más posible...............	$C^{12}H^9O,^9HO + 15HO$	45,45	54,55

El almidón es completamente insoluble en el agua fría, en el alcohol, en el éter y en los aceites grasos y esenciales. A la temperatura de 160° se transforma el almidón ordinario en dextrina; si se calienta hasta 35° con doce ó quince veces su peso de agua, no sufre ningún cambio apreciable; á 55° ó 58° los granos tiernos de almidón empiezan á hincharse, y cuanto más sube la temperatura, mayor es el número de granos que experimentan esta alteración; á una temperatura más elevada, el líquido se espesa (para la fécula de patatas, á 62°,5; para el almidón de trigo, á 67°,5, según Lippmann) y forma entonces el engrudo, cuya consistencia aumenta hasta 100°. El engrudo se forma á consecuencia de la rotura de las capas y de la absorción del agua por la masa esponjosa; no contiene almidón disuelto, y se le puede quitar el agua con papel de filtro ó por congelación. La fuerza con que espesa el engrudo preparado con las diferentes clases de almidón no es la misma; así es que, según Wiesner, siendo iguales la cantidad empleada y el método de preparación, el engrudo de almidón de maíz espesa con más fuerza que el de almidón de trigo, y éste último más que el de fécula de patata. Cuando se hace hervir el almidón durante mucho tiempo en agua, se disuelve; una parte se disuelve en 50 de agua, y por el enfriamiento de la disolución se separa, próximamente, la mitad bajo la forma de engrudo.

El almidón se colora en azul ó violeta por el iodo. Los álcalis y los ácidos diluídos producen, aun en frío, la hinchazón y la destrucción parcial de las capas del grano del almidón, y puede

(1) En este estado nunca se le encuentra más que en combinación con las bases.

éste ser completamente disuelto por la acción del agua hirviendo que contenga 2 por 1.000 de ácido oxálico en disolución.

El ácido oxálico en disolución débil, hasta de 2 de ácido por 2.000 de agua, disuelve el almidón, que se transforma en dextrina; esta transformación y disolución es más rápida y eficaz con los ácidos enérgicos, pero diluídos; si estos ácidos actúan durante mayor tiempo, transforman dicho almidón en glucosa, propiedad que, como veremos pronto, es la base de una industria importante, la de fabricación de la glucosa. También se convierte el almidón en dextrina bajo la influencia de una substancia llamada diastasa. Por la acción de la saliva, de los ácidos orgánicos y de otros diferentes disolventes, el elemento principal de los granos de almidón, llamado granulosa por Nageli, es separado, y quedan las células delgadas correspondientes á las capas compuestas de celulosa. El almidón se disuelve, en fin, en el ácido nítrico concentrado; el agua precipita de esta disolución una combinación explosiva, la *xiloidina*. Cuando se calienta el almidón con el ácido nítrico concentrado se forma ácido oxálico, y al mismo tiempo se produce un gran desprendimiento de vapores rojos. El engrudo de almidón, abandonado al aire, se vuelve poco á poco ácido, dando origen al ácido láctico.

El peso específico del almidón seco es de 1,53, por cuyo motivo se deposita si se le pone en suspensión en el agua.

Almidón del comercio.—Según Wolff, la composición del almidón del comercio es la siguiente:

	a	b	c	d	e	f
Agua............	17,83	15,38	14,52	17,44	14,20	17,49
Gluten...........	—	—	0,10	indicios	1,85	4,96
Tejido fibroso.....	0,48	0,50	1,44	1,20	3,77	2,47
Cenizas...........	0,21	0,53	0,03	0,40	0,55	1,29
Almidón..........	81,48	83,59	83,91	81,32	79,63	73,79
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

a, almidón en agujas, muy fino, de aspecto muy blanco, brillante, casi cristalino y parecido á la fécula de patatas pura; *b*, almidón privilegiado muy fino, azul; fécula de patata mezclada con el ultramar; *c*, polvo de almidón de trigo puro; *d*, almidón de trigo fino en pedazos; *e*, almidón en trozos blanco amarillento; *f*, almidón de trigo ordinario en trozos gruesos amarillo gris, en los que se reconoce al microscopio una mezcla de fécula de patata y almidón de trigo.

Principios generales para la extracción del almidón.—Para extraer el almidón de los vegetales, cualquiera que sea la especie de éstos, es necesario, en primer término, dislacerar y desmenuzar el tejido vegetal que encierra esa substancia. Por lo tanto, la fabricación del almidón, como basada en ese principio, ha de ser esencialmente mecánica. También se ha ensayado la aplicación de procedimientos químicos para la extracción del almidón que contienen los cereales, recurriendo á la putrefacción ó al empleo de reactivos químicos, á fin de obtener la disgregación de los tejidos. Para comprender la base del primer procedimiento, basta recordar que, amasando con la mano, bajo un chorrito de agua y sobre un tamiz fino, la harina de cereales reducida á pasta, el almidón es arrastrado únicamente y pasa con el agua á través de las mallas de la tela metálica, mientras que el gluten se queda entre las manos del operador, bajo la forma de una masa elástica. Ese gluten, abandonado á sí mismo bajo la acción del agua, acaba por liquidarse, gracias á una fermentación ácida especial; de aquí los procedimientos apuntados para la extracción del almidón, uno mecánico y otro químico; procedimientos que á las veces se combinan, sirviendo el segundo de complemento al primero.

Los vegetales adoptados en Europa para la extracción del almidón son pocos, á saber: la patata, el trigo, el maíz y el arroz, los cuales presentan la ventaja de ser muy ricos en almidón y de ser cultivados en grande escala. Las raíces y los tubérculos ricos en almidón presentan ordinariamente un tejido celular tierno, del cual se separa la substancia en cuestión con facilidad suma. Por el contrario, en las semillas y en los frutos esa operación se hace á veces muy trabajosa, y así la fécula que llena las células de la patata se aisla fácilmente con las lavaduras, mientras que en el trigo los gránulos amiláceos permanecen envueltos en la pasta glutinosa, su separación es difícil, y además el almidón no resulta puro, por conservar adherido un poco de gluten.

Si se pudiera hallar un reactivo que disolviese completamente las células vegetales sin atacar al almidón, sería fácil extraer todo lo que contuviera un vegetal amiláceo, mientras que los medios mecánicos generalmente adoptados sólo permiten extraer el almidón contenido en las células que hayan sido abiertas. También es bueno tener presente que en la fabricación del almidón ejerce gran influencia la calidad del agua, la cual debe ser completamente incolora y límpida.

Primeras materias

Cereales.—Según los naturalistas, las especies de trigo son siete, á saber:

1.ª *Triticum vulgare (T. æstivum, T. hibernum)*, ó trigo común.

2.ª *Triticum turgidum*, ó trigo inglés.

3.ª *Triticum durum (T. algeriense, T. hordeiforme)*, ó trigo de semilla dura.

4.ª *Triticum polonicum (T. glaucum)*, ó trigo de Polonia.

5.ª *Triticum spelta.*

6.ª *Triticum amylaceum (T. atratum, T. dicoccum, T. tricoccum)*, que es muy rico en almidón, y por lo tanto muy apropiado para la extracción de esa substancia.

7.ª *Triticum monococcum.*

Bajo la influencia de los diferentes climas, terrenos y métodos de cultivo de esas especies, se han derivado muchísimas variedades de trigo que sería enojoso caracterizar aquí detalladamente, y que no siempre han sido clasificadas con rigor científico. En la práctica, los trigos se dividen en los tres grupos siguientes:

1.º *Trigo duro.*—De granos córneos, compactos, pesados, translúcidos, amarillos. Es menos higroscópico y más rico en materias azoadas y grasas; de menos salvado y una harina poco blanca, no siendo conveniente, por lo tanto, para la preparación del almidón.

2.º *Trigo tierno.*—De granos blancos interiormente, harinosos y opacos, que producen gran cantidad de harina blanca, y contiene las substancias azoadas y grasas en menor proporción que el precedente, dejándose además penetrar fácilmente por el agua.

3.º *Trigo semiduro.*—Los granos de esta clase de trigo poseen propiedades intermedias entre las precedentes, y son los generalmente adoptados para la fabricación de harinas, porque el salvado se separa fácilmente y la harina resulta blanca.

Los granos de trigo tienen forma elipsoidal, y se hallan divididos en dos lóbulos por un surco dirigido en el sentido de la longitud de la semilla. En una de las extremidades se observa una pequeña cavidad que llena el embrión, y en la opuesta pelos sumamente tenues y menudos. El peso específico de esos granos, según las variedades, oscila entre 1,32 y 1,60. Si

se corta un grano por mitad, se ve que consta de un involucro, especie de cutícula epidérmica, y de pericarpio seco, formado por un tejido resistente, y cargado de materias grasas, azoadas y de sílice. Bajo ese involucro se observa un extracto de células de color gris, que contiene substancias azoadas, fosfatos de cal y de magnesia, y materias grasas. En el interior se ven las partes más blancas, ó sea el perisperma harinoso, tejido celular rico en almidón y en gluten.

La cantidad de agua que contiene el trigo secado al aire varía de un 11 á un 16 por 100, y la cantidad de almidón de 50 á 75 por 100. Por punto general, la riqueza en gluten es tanto mayor cuanto menos abundante es en almidón el grano, y oscila entre 10 y 35 por 100.

El almidón del trigo se distingue de la fécula de patata por la forma y por las dimensiones de los gránulos cuando se observan por medio del microscopio. Los granillos del almidón del trigo son más menudos, y se depositan lentamente en el agua. El almidón secado al aire es más opaco que la fécula y de un color blanco algo distinto; en ese estado contiene cerca de un 12 por 100 de agua, es decir, menor cantidad que la fécula. Una parte del almidón del trigo se halla íntimamente unida al gluten; de aquí que cuando se emplean ciertos procedimientos para la separación, resulte siempre una pérdida de almidón considerable.

Cuando sea necesario determinar el rendimiento que puede dar una clase especial de grano en almidón, se opera del siguiente modo: se baña con agua una cantidad de grano, que se pesará previamente, y se deja en un lugar templado hasta que se haya empapado el agua completamente, siendo conveniente renovar de cuando en cuando el agua del lavado. Después se muele el grano en un mortero hasta reducirlo á pasta, la cual habrá de recogerse en un lienzo; se sumerge luego el saquito en un vaso lleno de agua, se aplasta repetidas veces, amasándole con la mano, y entonces el almidón atraviesa el lienzo y pone turbia el agua; este líquido se irá renovando y recogiendo sucesivamente en una vasija, y se proseguirá la operación hasta que, completamente estrujada la pasta, deje el agua limpia. A las doce horas de reposo el agua recogida habrá ido depositando sobre el fondo del vaso por sedimentación casi todo el almidón que contenía, y entonces se recoge y se pesa. Con tal de que se hayan empleado 100 gramos de trigo para operar, se tendrá facilitada la operación de determinar

cuantitativamente la proporción de almidón que hay en cada 100 partes de grano. El almidón que así se obtiene es almidón basto, porque contiene un poco de gluten. Si se desea depurarle, será necesario diluirle en agua y agregar un poco de ácido acético concentrado; dejando la mezcla en maceración durante algún tiempo, queda el almidón libre del gluten. El trigo sin madurar da en almidón un rendimiento inferior al trigo maduro. El germinado da menos todavía, y según el estado de la germinación, llega á ser la diferencia desde 6 á 30 por 100 menos que la del trigo no germinado.

Examinando el grano de trigo se observarán, empezando de la superficie hacia el centro: 1.°, tres capas delgadas apenas coloradas, fáciles de quitar por descortezamiento, que forman $^{3}/_{100}$ próximamente del grano; éstas son la epidermis, el epicarpio y el endocarpio, formados esencialmente de celulosa; 2.°, *testa* ó tegumento de color amarillo más ó menos anaranjado; 3.°, la membrana embrionaria incolora; estos diversos tegumentos, insolubles, membranosos, constituyen lo que se llama salvado; 4.°, la parte interna, bajo la cual se encuentra el embrión, constituye la masa harinosa, mezcla de almidón y de gluten; es tanto más tierna y menos córnea cuanto más nos aproximemos al centro.

Bajo el punto de vista químico, el grano de trigo contiene: *a)*, *partes solubles*, azúcar, dextrina, albúmina, sales; *b)*, *partes insolubles*, celulosa (salvado), almidón y gluten (harina).

El siguiente cuadro del Sr. Payen da las proporciones de los principios inmediatos más importantes contenidos en el trigo y otros granos, que nos interesan también:

	Trigo duro de Africa.	Trigo semi-duro de Brie......	Centeno.....	Cebada......	Avena.......	Maíz.........	Arroz........
Almidón........	64,57	68,65	65,65	65,43	60,59	67,15	89,15
Gluten y materia nitrogenada...	19,50	16,25	13,50	13,96	14,39	12,50	7,05
Dextrina y azúcar	7,60	7,00	12,00	10,00	9,25	4,00	1,00
Grasas..........	2,12	1,95	2,15	2,76	5,50	8,80	0,80
Celulosa........	3,50	3,40	4,10	4,75	7,06	5,90	1,10
Sales minerales..	2,71	2,75	2,60	3,10	3,31	1,65	0,90
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

De estos granos sólo nos interesan el trigo, arroz y maíz.

En los trigos duros más ricos en gluten, la cantidad de materia nitrogenada puede ser doble de la del trigo blanco.

En el procedimiento antiguo de fabricación del almidón suelen emplearse generalmente los trigos malos y averiados. En el procedimiento Martín, que es el más perfecto de todos, como ya tendremos ocasión de ver más adelante, deben emplearse con preferencia los trigos amarillos ó grises, que además de ser los más ricos en almidón, son los que ceden más fácilmente todo el gluten; sin que por esto queramos decir que no pueden emplearse—y acaso en alguna circunstancia especial con ventajas—los trigos inferiores y hasta los moyuelos ó salvados ricos en harina.

El arroz *(Oriza sativa)* es, como todo el mundo sabe, un cereal que vegeta especialmente en los terrenos húmedos y calientes; más rico en almidón que los demás granos, constituye desde luego una primera materia excelente para la fabricación del almidón.

La composición del arroz es la siguiente:

	Payen	Boussingault
Almidón	89,15	76,00
Dextrina	1,00	
Substancias nitrogenadas	7,05	7,80
Idem grasas	0,80	0,50
Celulosa	1,10	0,90
Substancias minerales	0,90	0,50
Agua	»	14,30
	100,00	100,00

Para la fabricación del almidón se emplea especialmente el desecho ó pequeños trozos de grano, procedentes del descortezado y abrillantado del arroz, los cuales son más ricos en almidón que los granos enteros, que contienen en su película más proteína y materia grasa.

El maíz *(Zea maïs)*, llamado también trigo de Turquía, procede de la América, importado en Europa y cultivado hoy en gran escala en los países templados; se distinguen algunas variedades de maíz, entre las que son las más principales el maíz amarillo de grano grueso y el de grano menudo; una de las variedades más importantes del primero es el de grano llamado

diente de caballo, cuya caña alcanza una altura de 3 á 5 metros, pero cuyas panochas no llegan en Europa á perfecta madurez.

Durante largo tiempo ha presentado algunas dificultades la producción del almidón de maíz, á causa de que su blancura y pureza no llegaban á la del procedente del trigo; el maíz contiene, independientemente del almidón, gluten y demás substancias de los granos feculentos, cierta cantidad de materia grasa, en la proporción que indica la tabla siguiente, que es el promedio de la composición del maíz:

Almidón	65,90
Gluten	10,00
Goma	2,30
Substancias grasas	5,10
Celulosa	1,60
Substancias minerales	1,60
Agua	13,50
	100,00

Esta proporción de materias grasas presenta dificultades para la molienda del maíz, porque se entrapan rápidamente las muelas y producen harinas de sabor rancio, de difícil aprovechamiento. Felizmente se ha llegado en la actualidad á procedimientos que disminuyen estos inconvenientes, como después explicaremos.

Patata.—La patata es la primera materia más importante para la obtención del almidón, que cuando procede de ella recibe el nombre de fécula. Contiene dicha raíz los granos feculentos encerrados en las células, debiendo, por lo tanto, ser éstas destrozadas para extraerlos.

En algunos países se hace gran consumo de almidón de patatas para encolar las telas de algodón y el papel, y para fabricar dextrina ó glucosa. También se presta perfectamente á la imitación de diferentes almidones americanos ó alimenticios, como la tapioca, el sagú, el *arrow-root,* etc. Entre los vegetales amiláceos, la patata es la mejor acondicionada para la explotación de una industria verdaderamente rural, por ser materia que no se presta á largos viajes. De aquí que la fabricación de la fécula se haya de establecer en los mismos centros de cultivo, mientras que la del almidón de cereales se puede establecer en comarcas lejanas de los puntos en que se recolectan.

La patata *(Solanum tuberosum)* es un tubérculo cuyo tejido

celular solamente contiene granillos feculentos y jugo, ó sea una disolución acuosa de albúmina, goma y diferentes sales. La cantidad de fécula que contiene es muy variable, según la calidad de los terrenos, los cambios meteorológicos, el grado de madurez y otras circunstancias. Oscila entre el 15 y el 25 por 100, y completan el peso total la epidermis, celulosa, pectina, materia colorante obscura, albúmina y otras substancias azoadas, grasa, azúcar, resina, aceites esenciales, sales, como el citrato de potasa, el fosfato de potasa, de cal y de magnesia, la sílice, el óxido de hierro, el manganeso en distintas proporciones y un 74 por 100 de agua.

También ha revelado el análisis la existencia de la solanina del ácido asperámico, del ácido málico, de un glucósido y de una materia colorante azul y cera en la piel.

La cantidad de fécula en las patatas aumenta durante el período de desenvolvimiento y madurez de los tubérculos, pero decrece más tarde, como lo demuestran las observaciones que resumimos á continuación. Las patatas, contenían en

	Fécula
Agosto, del....................	9,6 al 10 por 100
Septiembre, del...............	13,3 al 15,8 —
Octubre, del....................	13,3 al 16,7 —
Noviembre hasta Marzo, del ...	15,8 al 18,7 —
Abril, del......................	11,7 al 15,8 —
Mayo, del.......	8,3 al 11,7 —

Lo primero que debe hacerse al buscar la patata para extraerla la fécula, es que contenga la mayor cantidad posible de esta última; dato que varía muchísimo, según la clase, procedencia, etc., de la raíz feculenta, según vemos en el siguiente cuadro, resultado de varios análisis del Sr. Payen:

Variedades	Tubérculos, por hectárea	Fécula con 4 equivalentes de agua
Pataca amarilla........................	23,000 (1)	5,300
Schaw de Escocia......................	20,000 (2)	4,400
Tarois de Irlanda......................	35,000	4,310
Ségonzac............................	20,000	4,160
Siberia................................	25,000	3,500

(1) Aun se podría obtener mayor cantidad con la patata de Rohan; pero sus tubérculos, demasiado acuosos, son mucho menos estimados de los fabricantes de fécula.

(2) Esta variedad, más precoz que la anterior, suministra á las feculerías la primera materia antes que las demás; escapa mejor á la enfermedad especial, y, por último, como la recolección deja libre el terreno muy pronto, permite hacer una cosecha más en el mismo año, sembrando, por ejemplo, nabos, alforfón, etc.

La cantidad de fécula varía también, disminuyendo á medida que nos alejamos del momento de la cosecha, lo cual se comprende perfectamente si se observa que los tubérculos almacenados se calientan poco á poco, echan brotes y raíces que, desarrollándose, disuelven la fécula y la transforman después en celulosa que, como sabemos, constituye la trama de los tejidos en vías de desarrollo. Así se ve, por ejemplo, que en Octubre, Noviembre y Diciembre se obtiene en las fábricas de 17 á 18 de fécula, de 4 equivalentes de agua por 100 de patata, mientras que en Enero y Febrero la proporción queda reducida á 15,5, y solamente á 13,5 en Marzo y Abril. De estos hechos podemos deducir dos consecuencias importantes: 1.ª, que la extracción de la fécula debe hacerse de modo que no entre ésta en vegetación. Payen da, como consejo práctico, el de que la fabricación de la fécula de patata no debe durar sino tres ó cuatro meses.

He aquí la composición media de las buenas variedades de patatas:

	Tubérculos frescos	Secos á 100°
Agua	75,1	»
Albúmina	2,3	9,6
Materia gomosa	0,2	0,8
Celulosa	0,4	1,7
Sales	1,0	4,1
Fécula	21,0	83,8
	100,0	100,0

La cantidad de agua puede, sin embargo, variar de 65 á 80 por 100, según la especie de los tubérculos, el suelo en que han sido cultivados, su estado de madurez, la estación más ó menos lluviosa, y el tiempo durante el cual se han conservado. Por lo demás, las patatas más maduras son las que contienen mayor cantidad de fécula, y á madurez igual, las más pequeñas y las que han sido cosechadas en un terreno ligero, que no estuviera demasiado abonado.

Los señores Fressénius y Schultze han indicado un procedimiento muy sencillo para conocer la riqueza en fécula de las patatas. Este procedimiento está basado en la densidad del tubérculo, y se practica del modo siguiente: Se depositan las patatas en un vaso lleno hasta su mitad de agua, en el que caen en seguida al fondo; para que se desprendan todas las burbujas de aire adheridas, se agita bien; se vierte después en el agua,

removiendo la mezcla, una disolución concentrada de sal común, hasta que los tubérculos permanecen en suspensión en el líquido; por medio de un areómetro ó densímetro se averigua entonces la densidad de la disolución salina resultante, que evidentemente corresponde á la densidad de las patatas. Los siguientes números indican las proporciones de fécula y de materia sólida correspondientes á una densidad dada de patatas:

Densidad	Riqueza en fécula	Riqueza en materias sólidas
1,070	11,77	19,26
1,075	12,90	20,42
1,080	14,04	21,60
1,085	15,19	22,78
1,090	16,35	23,98
1,095	17,52	25,18
1,100	18,70	26,40
1,105	19,89	27,62
1,110	21,09	28,86
1,115	22,30	30,10
1,120	23,52	31,36
1,125	24,75	32,62
1,130	26,00	33,90

El Sr. Payen, por otra parte, aconseja el siguiente medio de ensayo: Se cortan en rajas delgadas varios tubérculos; después se les seca; restando del peso obtenido 6 por 100 de la materia empleada, el residuo indica la cantidad de fécula seca.

Este procedimiento de ensayo, lo mismo que el anterior, da solamente resultados aproximados, y sería, por su sencillez, el más industrial, si en la práctica no se hubiese observado por los fabricantes de fécula que no siempre los rendimientos han estado en relación con el ensayo.

La razón se explica porque la patata contiene, además del almidón, substancias albuminoides, celulosa, sales, etc., que se encuentran en cantidades variables, y jamás en proporción constante con la fécula, las cuales, influyendo en el peso específico, falsean los cálculos.

Los Sres. Fesca y Hurtzig han ideado un procedimiento directo, según el cual se determina por medio de una pesada doble de la muestra que se trata de reconocer y unas tablas, la riqueza en fécula de la patata sometida á examen.

Dicho procedimiento está basado en que el peso específico de un cuerpo es la relación de su peso absoluto con su volumen. Sea P el peso de un cuerpo; p su peso específico, y V su volumen; tendremos: $P = p \times V$, de donde se deduce $p = \frac{P}{V}$.

El peso específico se obtiene, por lo tanto, dividiendo el peso absoluto por el volumen de un cuerpo.

Según la ley de Arquímedes, todo cuerpo sumergido en el agua pierde una parte de su peso igual al volumen de agua desalojada; por lo tanto, si, por ejemplo, 1 kilo ó 1.000 gramos

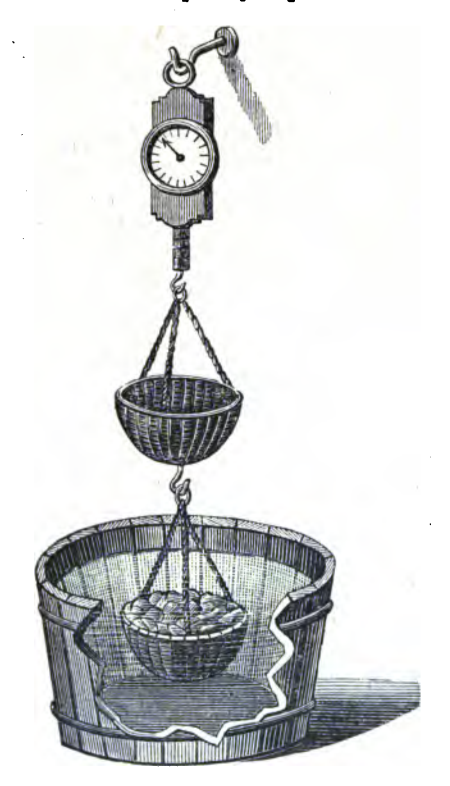


Figura 1.ª

de patatas sumergidas en agua no pesan más que 125 gramos, su volumen será 1.000 — 125 = 875 centímetros cúbicos, y por lo tanto, su peso específico $p = \frac{P}{V} = \frac{1.000}{875} = 1{,}143$.

El aparato de Hurtzig consiste, según representa la figura 1.ª, en una balanza de resorte, de la cual penden dos cestillos de alambre, que pueden desengancharse fácilmente uno de otro; el inferior se sumerge en un recipiente de agua. Para determinar la densidad de una muestra de patatas se toma cierta cantidad de éstas, y se las lava. limpia y enjuga perfec-

tamente, de modo que no contengan tierra ni cuerpos extraños; hecho esto, se coloca en el cestillo superior la cantidad de patatas suficiente para una pesada exacta de 5 kilogramos, añadiendo un trozo de patata si fuese necesario para completar el peso. Cuando la pesada está exacta, se desenganchan y cambian los cestillos, de modo que el que contiene la patata resulte sumergido en el agua del recipiente, y se observa el indicador de la balanza, el cual marcará, en vez de los 5 kilogramos, otra cantidad *p* menor que la anterior en la diferencia del peso del agua desalojada, ó sea el volumen de los 5 kilogramos de patatas: con estos datos fácil es buscar en la tabla siguiente, formada por Heidepriem, la cantidad de materia seca y de fécula que contiene por 100 la muestra ensayada:

PESO de 5 kilog. dentro del agua	Densidad	Materia seca por 100	Fécula por 100	PESO de 5 kilog. dentro del agua	Densidad	Materia seca por 100	Fécula por 100
375	1,080	18,6	11,4	530	1,119	26,9	19,7
380	1,082	19,1	11,8	535	1,120	27,2	19,9
390	1,084	19,5	12,3	540	1,121	27,4	20,1
395	1.086	19,9	12,7	545	1,123	27,8	20,6
400	1,087	20.1	12,9	550	1,124	28,0	20,8
405	1,088	20,3	13,1	555	1,125	28,2	21,1
410	1,089	20,5	13,3	560	1,126	28,4	21,2
415	1,090	20,8	13 5	565	1,127	28,6	21,4
420	1,092	21,2	14,0	570	1,129	29,1	21,8
425	1,093	21,4	14,2	575	1.130	29,3	22,1
430	1,094	21,6	14,4	580	1,131	29,5	22 3
435	1,095	21,8	14.6	585	1.132	29,7	22,5
440	1,096	22,0	14 8	590	1,134	30,1	22,9
445	1,098	22.5	15,2	595	1,135	30,6	23,1
450	1,099	22,7	15,4	600	1,136	30,8	23 3
455	1.100	22,9	15.7	605	1,138	31,0	23,8
460	1,101	23,1	15,9	610	1,139	31,2	24,0
465	1,102	23,3	16.1	615	1,140	31.4	24,2
470	1,104	23,7	16,5	620	1,142	31,8	24,6
475	1,105	23,9	16 7	625	1.143	32,0	24,8
480	1,106	24 2	17,0	630	1,144	32,3	25,0
485	1,107	24,4	17,2	635	1,146	32.7	25,5
490	1,109	24.8	17,6	640	1,147	32,9	25,7
495	1,110	25,0	17,8	645	1,148	33,1	25.9
500	1,111	25,2	18,0	650	1,149	33,3	26.1
505	1.112	25.5	18,2	655	1,151	33,8	26,5
510	1,113	25,7	18,4	660	1,152	34,0	26,7
515	1,114	25,9	18,7	665	1 153	34,2	26,9
520	1,116	26,3	19,1	670	1,155	34,6	27,4
525	1,117	26,5	19,3				

La temperatura del agua del recipiente debe ser 17° centígrados; esta tabla es bastante extensa para los casos que puedan ocurrir en la práctica, porque ninguna variedad de patata tiene una riqueza en fécula inferior á 11 por 100 ni superior á 27 por 100.

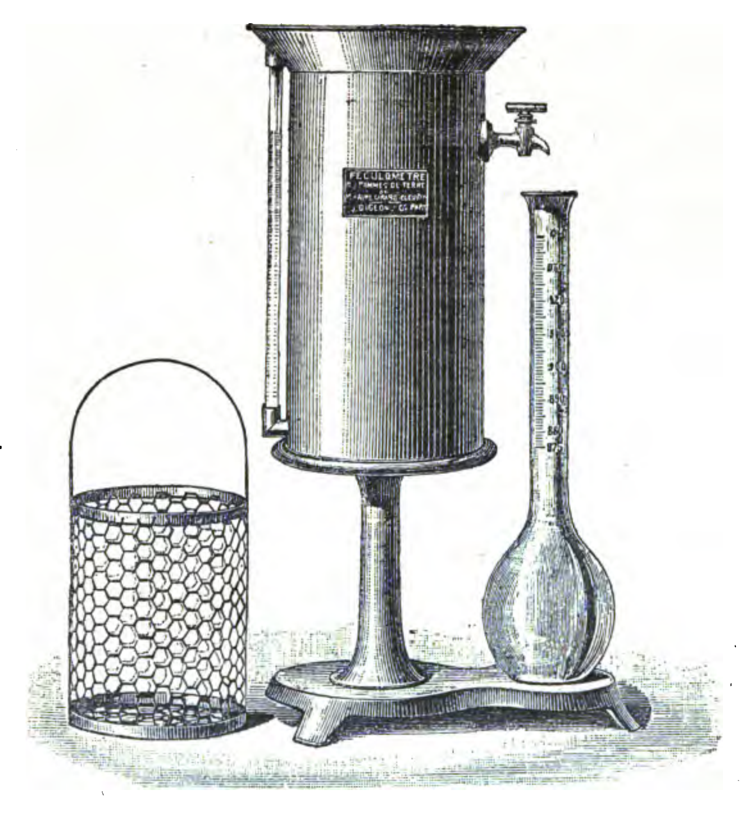


Figura 2.ª

Los Sres. Aimé Girard y Fleurent han estudiado un aparato en el cual se establece la medida y densidad de una muestra de patata de una manera más breve y sencilla.

Dicho aparato, que se construye completo por el fabricante M. Digeon, rue Terrage, 17, París, al precio de 17,50 francos, recibe el nombre de *feculómetro* para patatas, y consiste, como representa la figura 2.ª, en un recipiente de hoja de lata de poco más de 5 litros de cabida, dentro del cual puede colocarse un cesto metálico lo más ligero posible; en este cesto se colocan

las patatas cuya densidad se trata de apreciar; el recipiente va provisto de un tubo comunicante lateral de cristal, que sirve para apreciar el enrase del agua.

Para usar este aparato se procede del modo siguiente:

1.° Se coloca el cestillo dentro del recipiente de hoja de lata, llenándole después de agua hasta un par de centímetros sobre la llave lateral; se abre después ésta, para que salga el exceso hasta que el nivel dentro del recipiente aflore al trazo que lleva el tubo lateral de cristal, cerrando la llave cuando esté enrasado exactamente á la señal del tubo.

2.° Las patatas han de estar bien lavadas y limpias de todo cuerpo extraño, y de ellas se pesa exactamente en una balanza un kilo, añadiendo, si es preciso, para hacer exacta la pesada, uno ó dos trozos de patata.

3.° Se saca con cuidado el cestillo del líquido de modo que esté casi todo fuera, y se colocan con cuidado y una á una las patatas de la pesada dentro de él, sin producir choques, para que no salpique ni se proyecte fuera el agua.

4.° Se hace descender lentamente el cesto con su carga, agitándole circularmente para desalojar las burbujas de aire.

5.° Se coloca el matraz de vidrio graduado debajo del robinete, abriendo éste de modo que salga el agua desalojada por el kilo de patatas sumergido, dejando salir el líquido en filete delgado, y observando el tubo lateral de cristal para cerrar la llave en el momento en que el nivel del agua llegue al punto de enrase.

6.° Se lee sobre el matraz graduado el número que corresponde al volumen de agua desalojada, y una tabla impresa que acompaña al aparato, da directamente la riqueza por 100 en fécula anhidra que indica la lectura de la graduación.

Este aparato funciona hace bastante tiempo en varios laboratorios, y sus indicaciones han sido confirmadas por la experiencia.

Es muy importante conservar bien acondicionadas las patatas en los almacenes, preservándolas, por lo tanto, de la putrefacción, de los hielos y de la germinación. Cuando germinan ó entallecen las patatas, pierden una parte de la fécula, y de aquí que convenga ejecutar la extracción de esa substancia cuatro meses después de recogidos los tubérculos á lo sumo. Las patatas deberán almacenarse en locales secos, de temperatura baja y poco variable, es decir, que no pase de 6° centígrados y que no descienda al punto de congelación; en todo caso, antes de

almacenarlas, deberán espurgarse, separando las que estén averiadas por cualquier motivo y en cualquiera forma.

También se ha intentado secarlas para asegurar su conservación, y en ese caso se comenzará por despojarlas de la piel; se cortarán en pequeños prismas por medio del aparato llamado corta-raíces, y se echarán en agua acídula que contenga media milésima parte de ácido sulfúrico ó de ácido clorhídrico, el cual llena la misión de impedir que se ennegrezca el tejido vegetal, y, finalmente, se extienden en zarzos, dentro de una estufa, para que se sequen.

Para preservar los tubérculos de las diferentes alteraciones, débese procurar que el sitio donde se les almacena tenga la temperatura más baja y constante posible. Estas condiciones las reúnen especialmente las cuevas, bodegas y los silos. También se debe poner gran cuidado en no almacenar juntamente con raíces sanas las enfermas, deterioradas, etc. Por último, el local donde se guardan estos tubérculos no debe ser excesivamente húmedo ni accesible á las lluvias y heladas.

Los silos de $1^{m},5$ á 2 metros de ancho, un metro de profundidad, 20, 30 y hasta 100 metros de longitud, abiertos en terreno fuerte y poco húmedo, en los que se colocan los tubérculos amontonados sobre los bordes en talud cuya inclinación sea de 45° y recubiertos de una capa de tierra de 25 á 30 centímetros, son un buen medio de conservación. Otras veces se almacenan las patatas en silos cubiertos de pajas ó mejor de juncos, porque resisten más tiempo. Por lo demás, los silos pueden variar de forma, dimensiones y disposición todo cuanto se quiera, siempre que se tengan presentes en su construcción las condiciones necesarias para la buena conservación del tubérculo que ya hemos indicado.

Para que se comprenda hasta qué punto tiene importancia la patata como materia feculenta, vamos á presentar una ligera cuenta comparativa con otras materias.

Veinticinco áreas de tierra arable poducen: 500 á 700 kilogramos de trigo; 405 á 585 de centeno; 480 á 640 de cebada, y 4.500 á 6.000 de patatas. Ahora bien; teniendo á la vista la cantidad centesimal de almidón que contienen estas diferentes materias feculentas, tendremos que la producción de fécula en las 25 áreas será la siguiente:

Para el trigo.............	343,25 á 480,55	kilogramos.
Para el centeno...........	265,90 á 384,05	—
Para la cebada............	314,06 á 418,75	—
Para la patata............	945,00 á 1260,09	—

Procedimientos de fabricación.—Todo el mundo sabe que amasando á la mano bajo un chorrito de agua, y encima de un tamiz fino, la harina reducida á pasta, el almidón es arrastrado mecánicamente y pasa con el agua á través de las mallas de la tela metálica, mientras que el gluten acaba por quedarse entre los dedos del operador, bajo la forma de una masa elástica. Por otra parte, el gluten húmedo, abandonado á sí mismo debajo del agua, acaba por liquidarse bajo la influencia de una fermentación ácida especial. Sobre estas observaciones están fundados dos procedimientos de extracción del almidón, de los que uno puede llamarse mecánico y el otro químico. Con frecuencia se combinan los dos métodos, sirviendo el segundo de complemento al primero.

II

FABRICACIÓN DEL ALMIDÓN

Almidón de trigo

Para la extracción del almidón de trigo se siguen varios procedimientos, y como del trigo se utiliza también el gluten en su condición de substancia alimenticia, algunas fábricas procuran separar esa substancia al mismo tiempo que el almidón, si bien en la mayoría de los casos solamente se cuidan de obtener éste. En igualdad de circunstancias se debe preferir el primer método, aun cuando la práctica demuestra que no se pueden utilizar completa y simultáneamente ambos principios, por lo mismo que separando completamente el uno se pierde una parte del otro.

El método que desde la antigüedad se viene siguiendo, consiste en hacer que fermente durante mucho tiempo la harina desleída en agua; de ese modo el gluten queda disuelto, gracias á la acción de los ácidos desarrollados, y gracias á que entra parte de él en putrefacción, y así es posible y fácil separar el almidón completamente. Otro procedimiento consiste en extraer el almidón del grano triturado sin fermentación, y el tercero, propuesto por M. Martín, en tratar también la harina sin dar tiempo á que fermente. En estos dos últimos procedimientos el gluten se recoge y utiliza, y en el primero resulta destruído y sin aplicación directa. Resumiendo, por lo tanto, se puede establecer que son tres los métodos seguidos para la extracción del almidón de trigo, á saber:

1.° Método antiguo, ó sea por fermentación.
2.° Método alsaciano.
3.° Método Martín ó por lavado.

Extracción del almidón por fermentación.—Aun cuando este

método ofrece no pocos inconvenientes, se usa mucho en España, sobre todo cuando la fabricación no se halla montada en grande escala. Ofrece la ventaja de que con este procedimiento se pueden utilizar para la obtención del almidón los granos averiados, y la de que en años de escasez no sea necesario distraer de la fabricación del pan los trigos que son de buena calidad y se hallan en buenas condiciones. Durante los años de abundancia se prefiere generalmente extraer de los granos sanos el almidón, cuyo precio permite pagar con exceso la que pudiera llamarse materia primera de esa producción fabril. En cambio este método no permite utilizar el gluten del trigo para alimento del hombre y de los ganados, á más de ofrecer el inconveniente de desarrollar olores pútridos y molestos; razón por la cual en algunos países, en Francia, por ejemplo, las autoridades sanitarias han vedado el ejercicio de esa industria en las poblaciones.

Las operaciones á que se ha de someter el trigo para extraer el almidón pueden reducirse á las siguientes: 1.ª, maceración y trituración del grano; 2.ª, fermentación; 3.ª, separación del almidón de la masa fermentada; 4.ª, purificación del almidón, y 5.ª, desecación del producto.

La tina para la maceración puede ser de madera, de hierro, de mampostería ó de piedra, y habrá de estar situada en un local donde se pueda mantener constantemente la temperatura á 12 ó 15° centígrados. En el fondo de la tina deberá haber un tubo con llave, provista de una red de cobre, ó una lámina agujereada para impedir el paso de los granos, y en una de las paredes, á poca distancia del fondo, deberá existir una puertecilla para extraer por ella el trigo.

Separadas previamente las inmundicias del grano por medio de un aventador para que quede despojado de polvo y paja, y por medio de violenta agitación de vaivén sobre una red metálica, á fin de que caigan las semillas de otras plantas que por su tamaño puedan pasar á través de la red y las desmedradas del mismo trigo, se depositará paulatinamente en la tina de maceración, que deberá contener agua hasta la mitad de su altura, y agitando el trigo con una pala, se podrán separar con un cedazo las impurezas que sobrenaden, agregando después agua hasta que quede sobre la masa de trigo una capa de 8 á 10 centímetros de líquido. El agua habrá de ser clara, y cuando se desee acelerar la fermentación, se empleará á una temperatura de 30 á 38° centígrados. Durante la maceración el agua

adquiere un color amarillento, porque además de quedar libre el ácido carbónico, se disuelven algunos componentes del grano durante esa operación preparatoria.

Esta deberá darse por terminada cuando los granos se despedacen fácilmente entre los dedos. La fermentación dura más ó menos, según la calidad del trigo y la temperatura del agua. El trigo rico en almidón, de película sutil y que no esté demasiado seco, se macera fácilmente durante el verano en el espacio de cuatro días próximamente; durante el invierno, en un período de once á doce. Terminada la maceración, se extraerá el agua, se lavará el grano en la tina con agua limpia y se trasladará al aparato *triturador*, que consta de un par de cilindros de hierro fundido, colocados horizontalmente, y que pueden ser aproximados más ó menos entre sí. Una tolva colocada sobre los dos cilindros y movida al mismo tiempo que éstos, va arrojando poco á poco sobre ellos el grano, que después de ser quebrantado entre los cilindros, va cayendo en una caja colocada en la parte inferior.

Reducido de esta manera el trigo á una especie de pasta granulosa, se llevará á la tina de fermentación, la cual ha de ser de madera de encina, y haber sido remojada con agua hirviendo antes de ser adoptada para la fábrica. Al trigo se agregará una cantidad suficiente de agua de fuente en verano y templada en invierno, mezclada con agua procedente de una fermentación anterior, porque de esa manera se abrevia el proceso fermentativo. Con el mismo objeto se emplea á veces la levadura de pan, diluída previamente en agua templada. Al cabo de algún tiempo aumenta de volumen la pasta harinosa, y entonces es necesario revolverla con una pala de madera, hasta que, terminada la fermentación, se reduce la masa á su primitivo volumen.

Ya hemos indicado que la duración de la fermentación depende de la temperatura del ambiente; cuando ésta es de 20° centígrados, que es la considerada como preferible, la operación termina á los catorce ó quince días; cuando aquélla es muy baja, cual sucede en invierno, convendrá activarla calentando el local artificialmente, porque de lo contrario se prolonga la fermentación durante muchos días. Considérase terminada cuando el agua de la tina ha quedado bastante clara y cubierta de una capa de moho (*Penicillum glaucum* ordinariamente), y cuando la pasta, estrujada entre las manos, cede fácilmente el almidón, abandonando la cubierta cortical.

Las transformaciones químicas á que esa operación da origen se explican del siguiente modo: El cereal cede al agua la goma, el azúcar, la albúmina y diferentes sales. Primeramente se realiza la fermentación alcohólica del azúcar con desprendimiento de ácido carbónico, y posteriormente se forma ácido acético por oxidación del alcohol. En la misma masa se verifica más tarde la fermentación láctea ó butírica, dando origen á los ácidos respectivos láctico y butírico. Después, por contacto con los ácidos, el gluten se disuelve en parte y en parte se reblandece, de manera que pierde su propiedad aglutinante. Después de estas fermentaciones se produce la fermentación pútrida de la albúmina y del gluten, la cual contribuye á disgregar más y más este último principio, quedando los granos amiláceos libres del gluten que los retenía. No debe darse lugar á que la fermentación pútrida prosiga durante mucho tiempo, porque podría atacar al almidón y hacerle perder su color blanco.

Hay aparatos más ó menos perfeccionados para separar el almidón de la masa fermentada. El más sencillo consiste en una serie de cedazos de tela metálica, y cuyo espesor se halla graduado de manera que las mallas del primero son grandes y las del último muy estrechas, de modo que estén comprendidas entre los números 50 y 120. Cada cedazo puede medir de 20 á 30 litros de capacidad; en ellos se agita la masa pulposa con las manos ó con una manivela, adicionando de vez en cuando agua común. La manivela mueve un árbol en cuya extremidad inferior, es decir, junto al fondo del cedazo, hay dos paletas normales al eje que agitan la masa, dando lugar á que atraviese la tela metálica el almidón arrastrado por el agua.

La que ha pasado por el primer cedazo cae en otro más fino, y así sucesivamente hasta que quede separado el almidón de las partes gruesas que contiene el trigo fermentado, es decir, de la cáscara, del gluten alterado, etc. Esos residuos se pueden utilizar para el cebo de cerdos. Al aparato indicado, que es en extremo sencillo y primitivo, se prefiere un tambor de tela metálica y armadura de madera ó de cobre, que tenga de 1,6 á 2,2 metros de diámetro, 60 centímetros de grueso y que gire sobre un eje horizontal. La masa amilácea que ha de lavarse se introduce por una abertura de la periferia, provista de la puerta correspondiente. Cuando gira el tambor, una corriente de agua cae sobre la tela metálica, la cual llevará en la parte

exterior cajas ó canjilones que retengan el agua durante algunos minutos antes de que caiga en el interior del tambor. La mitad inferior de éste ha de quedar encerrada en una artesa en forma de tolva, que podrá inclinarse más ó menos por medio de un tornillo. El agua que cruza por el tambor va á parar á ese recipiente, y pasa desde él á las tinas de sedimentación.

En ese aparato, destinado á lavar la masa, se han introducido varias modificaciones, y así se ha llegado á construir con cobre agujereado, introduciéndose el agua en él por medio de un tubo también agujereado.

El almidón contiene un poco de gluten y el salvado fino del trigo. El líquido ácido que se separa del mismo contiene, además del gluten convertido en soluble, ácido acético, láctico, butírico, succínico, sales amoniacales, fosfatos terrosos y otras sales, á más de una pequeña cantidad de hidrógeno sulfurado. La mejor manera de utilizar el producto estriba en tratarle con lechada de cal, la cual produce un sedimento, y el líquido, que de esa manera es menos hediondo y corruptible, puede hallar salida en el comercio, y el sedimento, abundante en materias azoadas y en fosfatos de cal, se emplea como excelente abono.

La purificación del almidón se ejecuta mecánicamente por el mismo procedimiento que la fécula, y que en el lugar oportuno describimos, es decir, que se echa el almidón en una tina con cierta cantidad de agua, se agita primero la mezcla, se deja en reposo después, y las materias que contiene el líquido en suspensión se irán depositando sobre el fondo por orden de densidad, resultando que precisamente la primera capa es la de almidón, y ocioso es advertir que la separación de las capas no es tan matemáticamente exacta que cualquiera de ellas no contenga substancias de las que por su peso corresponden á las superiores ó á las inferiores.

Clarificado el líquido, se extrae mediante una espita colocada á la conveniente altura. La capa superior, que es glutinosa, se recogerá en una tina separada, á fin de pasarla por cedazos más tupidos, con objeto de obtener todavía alguna cantidad de almidón. La materia que queda en el recipiente se agita nuevamente con agua; se pasa luego por un cedazo fino de crin, y de esa manera se separan los más pequeños fragmentos de salvado que todavía hayan quedado. Con el almidón obtenido se repite nuevamente la operación de diluirle en agua, separando siempre las capas de sedimentación más blancas, porque son almidón puro, y las menos blancas se someten al mismo pro-

ceso para depurarlas más y más, teniendo en cuenta, por último, que en los recipientes en que se recoja el líquido amiláceo debe estar éste en reposo tres días, poco más ó menos.

El almidón se echa en cajoncitos de madera de 28 centímetros de altura por 34 de anchura y 60 de longitud. Estas cajas deberán tener agujereado el fondo para que escurra el agua, y se cubrirán con una tela que haga oficios de filtro. Después de conservarse el almidón en esas cajas durante dieciocho ó veinticuatro horas, se desocuparán sobre una mesa, y separando las telas con que se cubrió el interior de las cajas, se obtienen los panes de almidón, que se pueden subdividir en otros más pequeños, y se pondrán á secar en un lugar adecuado. A veces sucede que el almidón no tiene bastante tenacidad. En ese caso se le comunica rociándole con agua caliente y apretándolo después mediante las manos ó mejor con un mazo adecuado á ese fin. De esta suerte se forma un poco de engrudo que une entre sí á los granillos amiláceos; así que, una vez seco el almidón, aparece más firme y produce un ligero ruido al ser oprimido entre los dedos. Cuando el producto se expende en polvo, no es necesario someterle á esa última operación.

Muchas fábricas de almidón trabajan solamente durante el estío, con objeto de aprovechar la elevación natural de la temperatura para la desecación del almidón; pero esa limitación en el período de trabajo se salva por aquellos fabricantes que disponen de máquinas de vapor, tanto para las labores mecánicas como para obtener la desecación del producto. Es de advertir que para este fin debe tenerse en cuenta lo que diremos luego respecto de la desecación de la fécula.

Para que se sequen más pronto los panes de almidón, en algunas fábricas hay la costumbre de colocarlos ó adaptarlos sobre planos de yeso ú otras piedras porosas, además de someterlos á la acción de una bomba que vaya aspirando el aire húmedo. Obtenido el grado ordinario de desecación, los panes se rasparán con un cuchillo para despojarlos del polvo y demás impurezas que se hayan adherido á ellos mientras escurrían, y, por último, se depositan en la estufa ó cámara de desecación. Cuando presenta agujeros ó cavidades algún pan de almidón, se deslíe en agua nuevamente y se repetirán todas las precedentes operaciones, ó sean la purificación, el cernido, la escurridura, etc., hasta que se logre obtener compacto y puro.

Es muy importante conseguir la completa desecación del al-

midón, porque de no estar completamente seco, pierde en precio y en calidad, especialmente cuando haya de emplearse reducido á polvo. De ahí, cualquiera que sea el método de desecación que se adopte, la necesidad de poner cuidado en que sea gradual la pérdida de la humedad y de que se renueve el aire cálido constantemente. La experiencia ha demostrado que la desecación natural, es decir, sin caloríferos, da mejores resultados durante el mes de Marzo, porque en esa época dominan los vientos. En cambio, entonces se advierte otro inconveniente más grave que en épocas de calma, y contra el cual es necesario preservar al almidón, impidiendo que le cubra el polvo durante la desecación, para lo cual se envuelve el producto en hojas de papel. La acción directa de los rayos solares no se debe utilizar para secar los panes, porque producen éstos hendeduras y acaba por reducirlos á pequeños pedazos.

Ocioso es advertir que la evaporación del agua solamente se verifica en la superficie, pero que gracias á la capilaridad es arrastrada hacia ella la humedad del interior de los panes. Esa agua, juntamente con las impurezas del almidón, ó sean el gluten y las sales minerales, constituye un elemento favorable para el desarrollo de mohos, que cubren con mucha frecuencia los panes de almidón durante el período en que se hallan sometidos á la acción del aire y del calor para que se sequen. Esa capa de impurezas es la que ha de hacerse desaparecer mediante el empleo de un cuchillo. Cuando para la desecación se utilizan las estufas, se comenzará por mantener el ambiente á la temperatura de 32° centígrados, para ir elevando ésta paulatinamente de manera que llegue á 72° al terminar la operación.

Después que se han secado los panes, se dejan en reposo durante algún tiempo antes de entregarlos al comercio, porque de otra suerte se romperían con facilidad, y al romperse no conservarían los fragmentos la forma de prismas irregulares de ciertas dimensiones que han dado origen á que algunas clases del producto se denominen *almidón en agujas* ó *cristalizado*. Esa forma depende de la adhesión que tienen entre sí los granillos amiláceos, y que es debida principalmente á la presencia de materias extrañas, y especialmente á un residuo de gluten, puesto que nunca se observa esa contextura en el almidón ó fécula de patata. Según Fesca, el almidón de primera calidad en trozos gruesos contiene un 2 ó 3 por 100 de materias solubles en el agua. También las sales tienen la propiedad

de aumentar la cohesión del almidón, y de ahí que si en la última lavadura se agrega al almidón una sal, éste aparece luego más compacto y suave. También la cohesión del almidón se halla en razón directa con la lentitud en secarse el producto.

Extracción del almidón por el procedimiento alsaciano.—Este método no es otra cosa que la aplicación en grande escala del procedimiento anteriormente descrito para la determinación de la proporción de almidón que contiene el grano. Exige como preparatorias las mismas operaciones que el precedente, ó sean el aventado, el cernido, la maceración y la trituración. El almidón se separa de la masa obtenida por el quebrantamiento del trigo mediante diversas lavaduras con agua; pero esa separación es mucho más difícil que por el método anterior, en el cual se opera con una masa fermentada, mientras que por el alsaciano el gluten forma grumos y retiene el almidón tenazmente.

El lavado y extracción del almidón se ejecuta generalmente al quebrantar el grano, el cual se echa en una artesa circular de hierro fundido, dentro de la cual gira una muela vertical, también de hierro, y que mide generalmente un metro de diámetro. Sobre el grano han de caer constantemente chorros sutiles de agua, la cual se va cargando de almidón y pasa á través de una tela metálica que se halla en una abertura practicada á la extremidad del recipiente, y por la cual pasa el líquido á una canalita que la conduce á un depósito. La mayor parte del salvado ó envoltura del trigo queda en la artesa mezclada con el gluten, el cual, agitado por la muela, forma agregaciones que resisten á la acción del agua, y no son arrastradas por este líquido en su corriente.

El almidón sin purificar se va depositando en las tinas de sedimentación, después de pasar el agua amilácea por un cedazo. En esos depósitos se deja reposar hasta que se haya puesto ácido; resultado que se obtiene más pronto mediante la adición de un poco de ácido acético. El objeto de la acidificación es provocar la disolución del gluten arrastrado al mismo tiempo que el almidón, y para conseguirlo más fácilmente se removerá de cuando en cuando la masa. El resultado de la operación es idéntico al resultado del procedimiento antiguo. El almidón obtenido no es tan blanco y tan puro como el que se obtiene por fermentación.

Procedimiento Martín.—Este procedimiento se diferencia

esencialmente de todos los conocidos hasta su invención, en que, en vez de actuar directamente sobre el grano, exige el estado de harina. Está fundado exclusivamente sobre el hecho de la separación del almidón y del gluten por medio del chorrito de agua que cae sobre la masa de harina; experimento de laboratorio muy conocido por cierto. En resumen: la harina se transforma en pasta por medio de una adición de agua (1/2 parte próximamente por una de harina), y esta pasta se malaxa mecánicamente sobre un tamiz debajo de un chorrito de agua. Por muy sencilla que parezca á primera vista esta operación, no deja de presentar sus dificultades, por cuyo motivo, y por la importancia real que tiene el procedimiento Martín, vamos á describirlo lo más detalladamente posible.

Amasado de la pasta.—Esta operación se hace en una amasadera mecánica cuando se trabaja en grande escala, en la que se vierte la harina y la cantidad de agua necesaria; cantidad que Wagner fija en 40 partes de este líquido por 100 de harina; Wurtz en 45 á 50 por 100, y que nosotros creemos deber fijar como tipo el de 60 litros de agua por 100 kilogramos de harina. Cuando la pasta presenta un aspecto homogéneo y sin grumos, lo cual se consigue al cabo de un trabajo de treinta minutos en verano y de sesenta en invierno, se para el amasado y se vierte haciendo dar un cuarto de vuelta á la amasadera, que al efecto está montada, como ya veremos, sobre dos cojinetes, á fin de que esta operación pueda hacerse con toda facilidad.

Recogida la pasta en un cubo ó recipiente cualquiera, se deja en él por espacio de un cuarto á media hora, con el objeto de que la hidratación sea completa, y de allí se pasa á la almidonera, en donde se verifica la separación del gluten, que es la operación principal de esta fabricación, y la base del procedimiento.

Trabajo de la almidonera.—La almidonera es un recipiente de madera (figura 3.ª), de una forma que se asemeja bastante á una cuna que descansa sobre cuatro pies, y en cuyo fondo va un cilindro estriado de madera que recorre toda la longitud y está animado de un movimiento de vaivén. En la parte superior de la almidonera, é inmediatamente encima de dicho cilindro, hay un doble tubo de cobre ó cinc que tiene un gran número de agujeros para dejar salir el agua en forma de lluvia. A poca distancia del fondo tiene una serie de telas metálicas que se extienden por todo el largo de la almidonera, y

cuyo objeto es dar salida al agua de almidón, que cae en unas canales forradas de cobre y colocadas á uno y otro lado del aparato.

La pasta recogida en la amasadera se vierte por porciones en la almidonera, teniendo antes la precaución de abrir la llave del agua que comunica con los tubos agujereados de que hemos hablado, á fin de que se moje bien el cilindro estriado, el fondo de la almidonera y las telas metálicas para evitar que la pasta se adhiera á ninguna de estas partes. Al mismo tiempo se



Figura 3.ª

comunica al cilindro el movimiento de vaivén, que no debe cesar hasta que haya terminado la operación.

El agua cargada de almidón sale, como hemos dicho, por las telas metálicas, y para facilitar esta salida es preciso estar limpiando con frecuencia dichas telas con un fuerte cepillo en el interior, pasándolas al mismo tiempo la mano mojada en el exterior, sin lo cual las telas se obstruirían muy pronto y llegarían á impedir por completo el paso del agua cargada de almidón.

La práctica solamente puede indicar la cantidad de agua que se necesita en esta operación, pero lo que debe tenerse presente es que al principio sea poca, con objeto de no anegar la pasta, y se va aumentando desde el momento en que empiezan á separarse algunas porciones de gluten.

El agua cargada de almidón pasa al través de las telas metálicas, y cae en las canales que están á uno y otro lado de la almidonera, desde donde va á un recipiente de bastante capa-

cidad, pasando antes por un tamiz con el objeto de depositar la parte de gluten que pueda arrastrar consigo.

Con una almidonera de 2 metros de longitud por 1,25 de anchura se pueden trabajar 160 kilogramos de pasta, obtenida de 100 de harina. La cantidad de agua que la operación exige es cuatro ó cinco veces mayor en peso que la cantidad de harina empleada. El movimiento alternado de los dos cilindros se obtiene mediante una manivela, pudiendo ser movidos á la vez ó separadamente, según las condiciones del mecanismo que se prefiera emplear. También las aperturas de los canales por los cuales sale el agua cargada de almidón, se pueden regular á gusto de los operadores.

Después de amasada la harina que contiene un saco de 157 kilogramos ó 160, y que se mezcla con 75 á 80 litros de agua. y después de haber reposado durante el tiempo indicado, tanto para verano como para invierno, se distribuirá en los dos recipientes de la almidonera cuando ésta se halla así dividida, y se empleará próximamente una hora en el tratamiento mecánico, obteniéndose 50 kilogramos de gluten y 100 de almidón seco, siempre que la harina contenga un 12 por 100 de agua llamada higroscópica, cuando se halla incorporada con ella, sin que aparezca húmeda.

El agua cargada de almidón ha de permanecer en reposo durante veinticuatro horas para que se deposite en el fondo de la tina ó recipiente el almidón sin purificar todavía.

Tamizado mecánico.—El agua cargada de almidón que sale de la almidonera contiene todavía una parte de gluten que es necesario separar, y al efecto se la hace pasar por un tamiz mecánico que recibe dicha agua por una canal colocada debajo de los tubos de salida de la almidonera. El sistema de tamices que se emplean para dicha operación es un recipiente de madera en el que van dispuestos tres tamices propiamente dichos, que son unas cajas rectangulares de madera, en cuyo fondo está la tela de seda del número 120 al 140, donde se recogen los restos de gluten y las impurezas que pueda arrastrar consigo el almidón. Para hacer más eficaz la operación del tamizado se da á los tamices un movimiento de trepidación por medio de un sistema de engranajes y unos resortes metálicos colocados en el extremo opuesto, á fin de remover el líquido constantemente.

El agua de almidón, al salir del tamiz, va á parar á un recipiente de madera colocado debajo, y de allí pasa á las mesas

de depósito por medio de una bomba, cuando las condiciones del local ó de la instalación no permiten que vaya directamente, por diferencia de nivel, para lo cual sería necesario colocar la almidonera bastante alta.

Con los tamices debe tenerse la precaución de lavarlos por lo menos una vez al día, y cuando no trabajan, tenerlos colgados al aire libre á fin de que se sequen, pues de otro modo la seda no tardaría en averiarse.

Mesas de depósito.—Se llaman así unos recipientes de madera que tienen una longitud muy considerable, en donde empieza á depositarse el almidón. El número de estas mesas varía según el largo que se las da, pero generalmente son dos ó tres, colocadas una debajo de otra, de manera que el agua de almidón pase directamente de la una á la otra.

El agua de almidón contenida en el recipiente que está debajo del tamiz se eleva por medio de una bomba á la mesa de depósito superior, pero haciendo de manera que no caiga directamente en la parte de la mesa donde se deposita el almidón, sino interponiendo un diafragma agujereado para que el chorro del agua que sale de la bomba no toque al almidón que se va depositando.

Las mesas de depósito deben colocarse horizontalmente, pero de manera que tengan una ligerísima pendiente de unos dos milímetros por metro, y la comunicación entre unas y otras se puede establecer por medio de compuertas por donde sale el agua que sobrenada en el depósito de almidón.

En estas mesas, cuyos rebordes tienen de 14 á 16 centímetros de alto, se deposita casi todo el almidón de primera, y el de segunda se recoge en otra mesa ó en un recipiente cualquiera, como también la parte de almidón de primera que no se ha recogido en aquéllas.

El almidón de primera clase recogido en las mesas de depósito se traslada, cuando tiene ya consistencia, á las cubas ó tinas destinadas á este objeto, donde se le deja en reposo todo el tiempo necesario para que se deposite de nuevo después de haberlo removido fuertemente, á fin de mezclar bien los almidones procedentes de las mesas de depósito, y hacer que se pose pronto. Esta operación se facilita y abrevia mucho empleando un agitador mecánico cualquiera, y sólo es necesario para los almidones que deben obtenerse en grandes panes.

El almidón así recogido, necesita además un lavado al agua clara, para lo cual se le diluye en dos veces su volumen de agua

por lo menos, en un tonel ó cuba, y luego se le tamiza segunda vez en otro tamiz análogo al que hemos descrito, pero que generalmente no tiene más que uno ó dos compartimentos ó tamices propiamente dichos; al cabo de veinticuatro horas se le separa el agua que sobrenada, ya sea por decantación ó por medio de agujeros practicados en el tonel, y después de haber limpiado la superficie de los depósitos, de manera que quede bien blanco, se le lleva á pedazos, y cuando tiene ya cierta consistencia, á los moldes, que tienen la forma que se ha de dar á los panes de almidón. Estos moldes son de madera, agujereados en todos sentidos, y revestidos interiormente de tela, y el almidón permanece en ellos unas veinticuatro horas para que escurra, después de lo cual se llevan al secador, vertiendo los panes en el suelo, que al efecto debe tener una capa de yeso.

Según el uso del país, estos panes se cortan en varios pedazos para que se sequen más pronto, y se colocan al día siguiente en un enlistonado dispuesto para acabarlos de secar por la acción del aire, teniendo abiertas al efecto las persianas de la pieza donde está el secador. El tiempo que necesitan permanecer en el secador varía según los países y las estaciones; pero en Madrid, por ejemplo, creemos que en verano ha de bastar un día para que queden enteramente secos y en disposición de pasar á la estufa. Antes se tiene el cuidado de rascar la superficie de los panes con un gran cuchillo, á fin de quitarles las manchas que puedan tener y regularizar al mismo tiempo los panes.

Entre las varias formas de mesas de depósito que se emplean, creemos sea la mejor dispuesta la que indica la figura 4.ª, y que vamos á describir detalladamente. Como en la misma se ve, y con objeto de hacer que la instalación sea más fácil, se ha hecho en tres partes la mesa de depósito.

El primer plano ó tablero, construído de mampostería sobre el suelo y recubierto de una capa de mastic embetunado, tiene, como los otros, una pendiente de 1 á 1,5 milímetros por metro. El segundo tablero, colocado á 60 centímetros del primero, presenta la misma pendiente, aunque en sentido contrario, y lo mismo que el tercero está formado de tablas gruesas, fuertemente unidas y rodeadas de un saliente ó reborde de madera ó cinc de 20 á 25 centímetros de altura; las compuertas reguladoras que se ven en los extremos inferiores del tercero y segundo tablero suben y bajan á voluntad por medio de torni-

llos, con lo que se consigue mantener la pendiente, aunque la fécula se deposite en capa más gruesa en la parte superior de los dos planos. Puédese emplear otro medio de regularizar la pendiente, sosteniendo el centro de cada plano con un árbol transversal sobre el que gire, calándolos ó fijándolos en seguida hacia sus dos extremos, sobre las traviesas fijadas entre los montantes.

La manera cómo funciona el aparato es muy sencilla: el líquido que lleva la fécula en suspensión cae directamente en

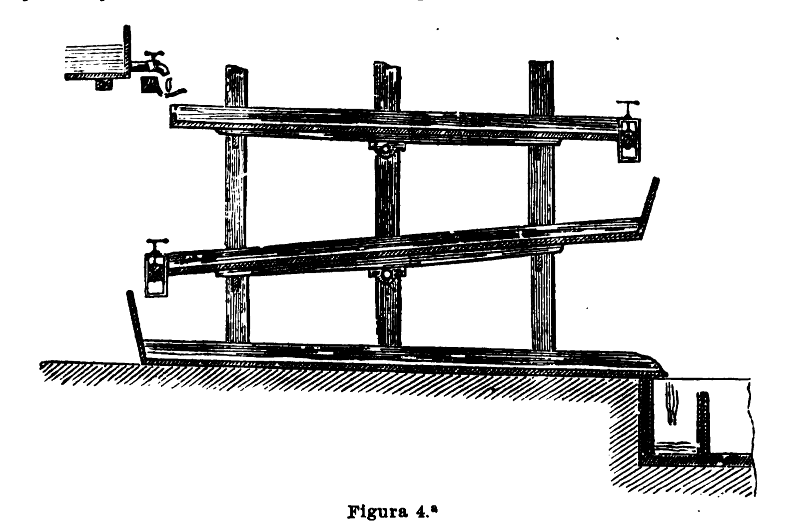


Figura 4.ª

lo alto del plano superior, á medida que sale del tamiz y lavado; pasa después por los otros dos, depositándose en todos ellos el almidón. Todos los días, por la mañana, antes de empezar el trabajo, se quita con una pala todo el almidón depositado sobre el plano superior; del mismo modo se quita el que se encuentra en el segundo plano, sólo que la operación no se hace más que dos veces por semana; en cuanto al tercer plano, como es muy pequeña relativamente la cantidad de almidón en él depositada, basta extraerle una vez por semana. El líquido, casi libre de fécula, corre hacia el recipiente inferior; pero es ventajoso depositarlo sucesivamente en varias cisternas, donde puedan recogerse las pequeñas cantidades de fécula arrastradas accidentalmente.

De la estufa.—La estufa es una pequeña pieza que puede estar dividida en dos ó tres compartimientos, en cuyas paredes

va apoyada una galería de listones en donde se depositan los panes de almidón. En el centro se coloca un calorífero que reparte el calor por medio de un tubo que recorre la pieza en la forma más á propósito. El fuego debe ser continuo, y la temperatura, que al principio es de 50° centígrados, debe elevarse gradualmente á 60, 70 y hasta 80, según las circunstancias, pues en eso influye extraordinariamente el clima y la estación, como también el tiempo que debe permanecer el almidón en la estufa, hasta el punto de que podrá en algunos casos llegar á prescindirse de ésta en cierta época del año y en determinadas localidades. Muy pronto, al hablar de la desecación de la fécula de patata, daremos algunos más detalles sobre las estufas.

Se conoce que el almidón está completamente seco y en estado de empaquetarse cuando, apretando un poco el pan entre las manos, se percibe un crujido especial que sólo la práctica da á conocer. De todos modos, lo que se hace es abrir uno ó dos panes para ver si se rompe en agujas largas y sólidas, en cuyo caso se considera ya como en disposición de ser empaquetados y se retiran los panes de la estufa. Una vez empaquetados los panes, se dejan todavía cinco ó seis días antes de entregarlos á la venta para que se hinchen un poco y tomen peso, con lo cual se obtiene un beneficio que se calcula en un 5 por 100.

Para que resulten mejor las agujas, se aconseja practicar la desecación en la forma siguiente: se envuelven con papel los panes húmedos de almidón; se ata fuertemente el paquete con un cordel antes de desecarlos; durante la desecación la masa se contrae y se divide en prismas ó agujas, cuya formación es una consecuencia de la forma lenticular del almidón de trigo, que hace que los gránulos se adhieran fácilmente unos á otros, y en el momento de la desecación la masa producida así no se hiende sino en ciertas direcciones.

Almidones de segunda.—Descrita ya la manera de proceder para la obtención del almidón de primera clase, procedente de las primeras mesas de depósito, vamos á ocuparnos de los almidones de segunda.

Las aguas que caen de las mesas de depósito donde se ha recogido el almidón de primera, contienen todavía una parte no despreciable de dicho almidón, y para recogerlo se las reúne en un recipiente cualquiera, donde permanecen por espacio de unas cuarenta y ocho horas. Después de este tiempo, se separa

el agua por decantación ó por otro medio cualquiera; operación que puede evitarse si, en lugar del recipiente, se emplea una tercera mesa de depósito con la compuerta levantada constantemente; en este caso, el almidón se va depositando en dicha mesa, y cuando tiene todavía el aspecto ó la consistencia de una masa semilíquida, se le lleva á una cuba ó recipiente donde se le puede dejar por espacio de algunos días, ó ser trabajado inmediatamente. Para ello se echa en el recipiente una cantidad de agua equivalente próximamente á tres veces su volumen; se agita por espacio de algún tiempo, y se le hace luego pasar por el tamiz mecánico núm. 2, que es el más fino, obteniéndose un producto que se lleva nuevamente á las primeras mesas de depósito, ó mejor todavía, á unas mesas especiales para dicho almidón, con las cuales se consigue que la cantidad de almidón de segunda que se deposita en el recipiente que recoge las aguas de las mesas de depósito, sea mucho menos considerable y mejor, por consiguiente, el almidón de primera que se obtiene.

Los almidones de segunda son colocados también en los mismos moldes que los de primera, en los cuales permanecen por espacio de cuarenta y ocho horas á fin de que escurra el agua, y se les somete luego á la acción de una prensa, ó se colocan simplemente unos encima de otros los sacos que los contienen. Cuando están ya bastante duros, se dejan también sobre el piso de yeso del secador, como los almidones de primera, por espacio de veinticuatro horas.

Luego se les reduce á pequeños fragmentos que se colocan sobre una tela dispuesta sobre bastidores de madera, colocados á su vez en el enlistonado que, como hemos visto ya, está dispuesto en el centro del secador. En verano estos almidones deben ser llevados á la estufa de aire, pues basta la acción de éste para secarlos.

La cantidad de almidón de segunda clase que se obtiene no debe exceder nunca de 8 á 10 por 100, y el uso á que generalmente se destina esta clase de almidones es para las fábricas de aprestos, las de papel, que lo emplean para dar mayor consistencia á la pasta, y otras aplicaciones menos importantes.

El almidón se recoge y seca por los procedimientos anteriormente descritos, y como el que se deposita en los planos inclinados ó en las tinas contiene todavía residuos de gluten, á fin de obviar á ese inconveniente, Martín hacía que sufriera el líquido una fermentación, con objeto de que se formasen ácidos

capaces de disolver el mismo gluten, operando del siguiente modo: Se mantiene depositado el almidón en una tina que contenga una cantidad de agua triple que la de aquél; se agrega un 5 por 100 de agua ácida procedente de una fermentación anterior, y con tal que la temperatura oscile entre 16 y 20° centígrados, la fermentación, según las estaciones, se verificará en un período de seis á diez días. Mediante esa transformación se forma alcohol, ácido carbónico, y ácidos láctico y acético, los últimos de los cuales provocan la disolución del gluten que hacía desmerecer al almidón. Conseguido eso, se procederá á una serie de lavados, como en los métodos ordinarios, y después á la formación, desecación y empaquetado de los panes.

Sirviéndose del procedimiento y de las transformaciones expuestas, de 100 kilogramos de harina pueden obtenerse 52 de almidón de primera calidad y 6 de segunda, aunque en la práctica se llega difícilmente á ese *máximum*, además de recogerse casi todo el gluten que la harina contenía. Por el método de la fermentación, ó sea el antiguo procedimiento, cada 100 kilogramos de harina solamente producen un rendimiento de 42 kilogramos de almidón de primera, además de perderse todo el gluten. Con el método alsaciano se obtienen 34 kilogramos de almidón fino, 18 de almidón ordinario, y se pierde una parte del gluten.

Respecto del gluten que el procedimiento Martín proporciona, véase cuáles son sus aplicaciones: Cuando aún se halla húmedo, se incorpora á la pasta de pan, de macarrones ó de fideos, para aumentar su valor nutritivo, ó se le mezcla con salvados y otras substancias para pienso de los ganados. Cuando se le haya dejado secar, se pulveriza y se obtienen de él harinas especiales, pudiéndose fabricar con él macarrones, fideos y un pan muy suave, tenaz y que se recomienda á ciertos enfermos, como los que padecen diabetes sacarina, por lo mismo que esa substancia no contiene almidón, y no puede, por lo tanto, convertirse en azúcar. El gluten solamente se conserva sin sufrir alteración durante algunos días, cuando está húmedo; en verano se pone fácilmente ácido, y de ahí la conveniencia de secarle á un calor suave, ó sea á la temperatura de 50 á 60° centígrados.

El procedimiento Martín ha sido objeto de varios perfeccionamientos en cuanto al mecanismo de la molienda concierne, como revelan los inventados por Lebandy, Landry, Moret, Rolland, etc., que evitan el trabajo á mano. Polaillon, Maillard y Fesca han llegado á prescindir de la operación previa de formar

la pasta con la harina, utilizando el último la fuerza centrífuga, ó sea la separación entre el almidón y la harina, bañando ésta sencillamente dentro de un aparato especial, y purificando después el almidón por los procedimientos que todos conocen.

También se han propuesto varios procedimientos químicos para purificar el almidón; sólo haremos mención de los principales. Rash emplea el amoníaco á fin de disolver el gluten que retiene el almidón, y se sirve de una disolución amoniacal de 0,945 de densidad, capaz de disolver el gluten, las materias colorantes y otras substancias, sin atacar al almidón. Con este tratamiento se mejora sensiblemente la calidad de los almidones obtenidos del arroz, de las habas, de los guisantes, etcétera. Kirckhoff propuso el empleo de la potasa cáustica para despojar al almidón de gluten. Con tres partes de carbonato potásico y cuatro de cal, apagados en ciento de agua, prepara una disolución cáustica que se mezcla con el almidón en proporciones iguales, y después se deja depositar la mezcla durante dos ó tres días, no sin agitarla con alguna frecuencia. El almidón así obtenido deberá lavarse después cuidadosamente con agua pura.

Tuckher emplea una solución diluída de sal de Glauber (sulfato de sosa) en la proporción de 6 kilogramos para el almidón obtenido de 1.000 kilogramos de trigo. El almidón obtenido por cualquiera de los procedimientos usuales, es adicionado de agua, bien agitado, dejándole depositar y quitando el agua por decantación, renovando esta operación por tres veces, y después se añade á la masa la sal de Glauber mezclada con ácido sulfúrico, en la proporción de 1,12 litros de ácido por 6 kilogramos de sal convenientemente diluída en agua para un último lavado; por este procedimiento se quita al almidón el gluten y demás materias extrañas, adquiriendo una blancura perfecta.

Hall ha recomendado el uso de una disolución de cloruro de cal para despojar al almidón del color amarillo que posee, cuando no se halla completamente purificado, debiéndose preparar la disolución de kilogramo y medio de cloruro de cal por cada 100 litros de agua. El almidón se deslíe en agua hasta que presente la consistencia de la crema, y luego se mezcla con la solución decolorante en la proporción de 9 litros de aquélla por cada kilogramo de almidón. Después de mezclar íntimamente ambos líquidos, se adicionarán unos 20 litros de agua y se dejará toda la masa en reposo. Cuando se hayan

depositado las partes más pesadas, se verterán en el líquido 133 gramos de ácido sulfúrico, diluído previamente en 9 litros de agua por cada kilogramo de almidón; se agitará nuevamente la mezcla, y se agregarán otros 18 litros de agua por cada kilogramo de la substancia que nos ocupa. Dejando la masa en reposo, se depositará en el fondo el almidón blanqueado y purificado, el cual habrá de ser sometido á cuidadosas lavaduras con objeto de separarle completamente de los reactivos con que se ha hallado en contacto. El almidón purificado de esa suerte comunica un brillo especial á los objetos planchados.

La coloración del almidón con azul turquí se practica especialmente en Inglaterra y Francia. Para ese fin se adopta el azul de Ultramar, el añil ó el carmín y el índigo. También se puede dar al almidón color rojo adoptando una disolución de tres partes de fuchsina en veiute de glicerina. Para que resulten más brillantes las telas de lino y algodón almidonadas, se suele agregar al almidón *estearina* ó ácido esteárico. En ese caso bastan de 60 á 70 gramos de estearina en polvo por cada kilogramo de almidón. Para reducir aquélla á polvo se desmenuza con un raspador. La plancha, además de comunicar mayor brillantez y blancura en ese caso, corre con mucha facilidad sobre las telas.

El almidón de trigo se distingue perfectamente de la fécula de patata por ser más menudos los granillos que le constituyen; contiene siempre adherido mecánicamênte un poco de gluten, y después de hallarse bien seco, se presenta en trocitos que no se confunden fácilmente con los de otras substancias.

Ventajas del procedimiento Martín.—Aparte el inconveniente de no poderse tratar los granos de mala calidad que se emplean generalmente en el procedimiento antiguo, y el de tener que convertir en harina los trigos antes del tratamiento, el procedimiento Martín presenta las ventajas de ser salubre, infinitamente más rápido, dar mejores productos y ser, en último término, más económico por aprovechar mejor el almidón contenido en la primera materia empleada, y aprovechar completamente el gluten que tantas y tan útiles aplicaciones tiene en el día, mientras que en el procedimiento antiguo se pierde tan preciosa substancia alimenticia.

Presupuestos.—Debemos al Ingeniero industrial D. José Alcover las siguientes noticias sobre instalación de fábricas de almidón por el procedimiento que acabamos de describir:

Para que el trabajo sea de una utilidad más general, haremos una especie de clasificación de presupuestos, según la cantidad de almidón que se quiera producir, tomando por tipo máximo una producción de 500 á 600 kilogramos diarios, estableciendo naturalmente la diferencia entre las fábricas que emplean la harina como primera materia y las que tienen molinos para obtener las harinas, lo cual ofrece la ventaja de poder emplear las harinas de segunda calidad y vender las de primera.

Una fábrica que haya de trabajar con 1.000 kilogramos de harina para producir de 500 á 600 kilogramos diarios de almidón, necesita el siguiente material de fabricación, suponiendo que en la misma se vaya á obtener la harina, y que la fabricación ha de marchar en buenas condiciones:

1.° Una máquina de vapor de cuatro á seis caballos.

2.° Un molino cuyas piedras tengan por lo menos un metro de diámetro.

3.° Una amasadera mecánica, cuya capacidad sea por lo menos de 100 kilogramos de harina.

4.° Una almidonera Martín.

5.° Dos tamices mecánicos por lo menos.

6.° Dos ó tres grandes mesas de depósito.

7.° Un gran recipiente para recoger las aguas que caen de dichas mesas.

8.° Un número suficiente de cubas para el lavado del almidón, que será naturalmente mayor ó menor, según sea menor ó mayor la capacidad de las mismas (1).

9.° Un número suficiente de moldes para dar al almidón la forma que se quiera, y que puedan contener por lo menos todo el almidón que pueda fabricarse en dos ó tres días.

10. Un calorífero para el cuarto en que se seca el almidón en panes.

No contamos aquí con algunos accesorios indispensables, que van, si se quiere, comprendidos en los aparatos indicados, como por ejemplo, la transmisión de movimiento, las galerías de listones de los secadores, el depósito de agua, cuando sea necesario, y acaso algún otro de escasa importancia que no merece la pena de ser tenido en cuenta.

---

(1) Para las fábricas que tienen máquina de vapor, nosotros aconsejaríamos una gran cuba ó recipiente con su agitador mecánico, puesto en movimiento por aquélla, con objeto de abreviar la operación del lavado.

Falta ahora lo más importante y lo más difícil al mismo tiempo, es decir, el fijar siquiera aproximadamente el coste de dicho material y su instalación. La dificultad de este trabajo se comprende desde luego teniendo en cuenta la diferencia de coste que resulta para una máquina de vapor de ser fija ó locomóvil, de uno ú otro sistema, y esta última circunstancia puede aplicarse á casi todos los demás aparatos.

Puede calcularse, sin embargo, que el coste total de una fabricación de dicha clase puesta en disposición de funcionar no excederá nunca de 13 á 15.000 pesetas, según que la máquina de vapor sea de cuatro ó de seis caballos, y suponiendo una buena máquina locomóvil (1).

Esta cantidad queda reducida á la mitad próximamente en el caso de que se suprima el molino y se emplee para mover los demás aparatos una máquina de vapor de dos caballos de fuerza.

Puede obtenerse una nueva reducción en los gastos de establecimiento empleando un malacate movido por dos caballerías en vez de la máquina de vapor; pero esta sustitución sólo debe hacerse en casos muy especiales en que, por razón del alto precio del combustible ú otra circunstancia, sea preferible el empleo del malacate al de la máquina de vapor.

Para una producción de 200 á 250 kilogramos diarios de almidón, obteniéndose la harina en la misma fábrica, bastaría una máquina de vapor y un molino de $0^{m},50$ de diámetro, una amasadera de una capacidad de 75 kilogramos de harina, la misma almidonera y tamices que para el caso anterior y el material de fabricación en la proporción necesaria.

En caso de que no se quiera obtener la harina en la misma fábrica, es preferible reducir la producción de almidón, fijándola en unos 100 kilogramos por día, con objeto de prescindir de toda clase de motor, quedando entonces reducido todo el material á lo siguiente:

1.° Una amasadera para 40 á 50 kilogramos.

2.° Una almidonera pequeña.

3.° Un solo tamiz mecánico, sustituyendo el segundo con uno ordinario.

Y el material de fabricación proporcionado que, además de

(1) Nos parece inútil hacer observar que estos precios variarán según los puntos en que la fábrica haya de establecerse y según otras muchas circunstancias imposibles de tener en cuenta.



no costar mucho, en la mayoría de los casos podrá fabricarse en el mismo punto en que la fábrica se establezca.

El coste de los aparatos necesarios para dicha producción de 100 kilogramos diarios de almidón ascenderá próximamente á 2.500 pesetas; cantidad en extremo reducida, si se tiene en cuenta el producto diario que se obtiene y las ventajas que lleva el procedimiento Martín de que se trata, á los empleados actualmente en nuestro país para la fabricación del almidón.

Con los datos que acabamos de exponer, y de cuya verdad práctica no tenemos motivo alguno para dudar, fácilmente puede apreciarse el beneficio que puede dar una fabricación de almidón de cualquiera de los tipos que hemos indicado, teniendo en cuenta el precio de dicho producto y el de la primera materia de fabricación en los puntos en que se haga el cálculo.

Es posible que haya todavía quien eche de menos algunos detalles, pero ténganse presentes las razones que hemos indicado para hacer ver la dificultad ó imposibilidad de descender á ciertos pormenores.

Mejora introducida en el procedimiento Martín.—He aquí cómo describe Payen una modificación introducida en el procedimiento de la almidonera Martín, encaminada á hacer más fácil y provechosa la extracción del gluten (puro, para la alimentación de los hombres, ó mezclado con salvado, para pienso del ganado) y del almidón.

Las aguas tamizadas que han corrido después por las mesas de depósito, arrastran siempre almidón muy fino, juntamente con materias nitrogenadas, mantenidas también en suspensión, así como los restos de membranas vegetales; estas aguas dejan un depósito poco consistente al cabo de dos días de reposo en la cuba ó recipiente; decantando entonces el líquido claro, añadiendo después al depósito, que presenta el aspecto de una papilla, una disolución de sosa cáustica diluída hasta el punto de que sólo marque 9° Baumé, y agitando la mezcla perfectamente, se verá el momento en que esta mezcla indique reacción ligeramente alcalina al papel de tornasol enrojecido; generalmente se deja reaccionar dos horas la disolución alcalina, que disuelve la mayor parte de las materias nitrogenadas y grasas. En tal estado, se diluye la mezcla en tres veces su volumen de agua pura, se somete después todo el líquido á un tamizado mecánico al través de un tejido de seda del núm. 200, que, re-

teniendo casi todos los cuerpos extraños no disueltos, deja pasar el almidón. El líquido, elevado por una bomba á un depósito, deja precipitar en siete ú ocho minutos algunas materias térreas ó arenosas, y todo lo demás se decanta á las tablas, donde dicho líquido forma fácilmente un depósito de almidón blanco de primera calidad, que se puede reunir á los depósitos recogidos en las primeras mesas ó planos.

Por este procedimiento se obtiene un producto total de primera calidad, mientras que sin esta última mejora, sin separación química, sólo se obtendrían los 0,75 de primera calidad, mas 0,25 de segunda, siendo el precio de venta de este último solamente el tercio del de primera.

Por lo demás, la teoría del nuevo procedimiento se funda en las propiedades del almidón y de las substancias nitrogenadas: en el primer período de la operación, la disolución alcalina está disuelta al punto conveniente para disgregar ó disolver solamente los cuerpos nitrogenados sin atacar el almidón, y que en el momento del último tamizado es preciso diluirla todavía en tres veces su volumen de agua, con el objeto de que sea más eficaz la acción del tamiz de seda.

El Sr. Schutzenberg, para recoger las últimas partes de almidón unidas siempre á partículas muy finas de gluten que arrastran consigo, propuso hace ya tiempo el empleo de la fermentación, para lo cual se añade 5 por 100 de aguas de almidonero al almidón diluído en tres veces su volumen de agua, dentro de cubos á propósito. Inútil creemos decir que esta fermentación no es pútrida, como la que tiene lugar en el procedimiento antiguo; en efecto, la que aquí se inicia es la alcohólica, acética y láctica, por cuyo motivo no hay más desprendimiento que el del ácido carbónico, y de ninguna manera los gases deletéreos que hacen insalubre á aquél.

De todos modos, la modificación indicada por Payen nos parece preferible á esta última.

Aprovechamiento de los residuos.—Las aguas procedentes de las últimas cubas de depósito del almidón, como contienen un poco de materias albuminoideas, dextrina, azúcar y substancias salinas, se pueden utilizar como bebida para las vacas ó caballerías, ó en la destilación y también en la preparación de la cerveza.

Las aguas de almidoneros que contienen gluten, ácido acético, láctico, butírico, un poco de ácido succínico, sales amoniacales, un poco de hidrógeno sulfurado, y los elementos r

nerales del trigo, especialmente fosfatos, pueden emplearse como abono de las tierras, pero con ciertas precauciones.

El salvado mezclado con gluten es un excelente pienso para el ganado.

Fécula ó almidón de patata

Dos procedimientos se conocen para la extracción del almidón ó fécula de patatas: el antiguo, puramente mecánico, que se funda en el desmenuzamiento y lavado del tejido celular, y el moderno ó método de Völker, reducido, como veremos luego, á cortar en rodajas las patatas, á macerarlas un poco en agua tibia y á amontonarlas luego en un local donde se calientan espontáneamente y se determinan tales modificaciones, que el tejido celular se desagrega y convierte eu una substancia pastosa, la cual se puede someter ya á tratamiento para separar la fécula, haciéndola pasar por un cedazo mediante el empleo del agua, y lavándola después para extraer la fécula.

El método antiguo, que por sus facilidades industriales es el generalmente seguido, reclama en realidad las siguientes operaciones: 1.ª, remojo en agua de los tubérculos para reblandecer la tierra que contienen; 2.ª, lavado para separar la arena y la tierra adherida ya remojada; 3.ª, rallado ó raspado de la manera más acabada posible, para romper ó destrozar las células y dejar en libertad los granos de fécula; 4.ª, tamizado de la pulpa bajo la influencia de una corriente de agua y sobre un tamiz, de manera que el tejido celular quede como residuo, en tanto que el agua arrastre la fécula; 5.ª, purificación y decantación del líquido, que, además de la fécula, puede contener todavía en suspensión substancias térreas y silíceas que no haya eliminado completamente el lavado y que se depositan fácilmente mediante el reposo del líquido durante algunos minutos en cualquier recipiente ó en una cuba, y que quedan separadas de la fécula mediante la decantación del líquido.

Remojado y lavado.—Ya hemos indicado cuál es el objeto de esta operación: despojar á los tubérculos de la tierra y arenas que pudieran causar deterioros en la máquina de desmenuzar y rallar. Esa operación es fácil y rápida tratándose de patatas que hayan vegetado en terrenos arenosos; difícil y lenta si los tubérculos han sido recogidos en suelos arcillosos, ó si las raí-

ces tienen muchos y profundos hoyos y son de formas muy irregulares.

Se comienza la operación poniendo los tubérculos en agua durante algún tiempo para que se maceren, á fin de reblandecer las substancias extrañas adherentes y preparar aquéllos para el verdadero lavado, que se puede practicar de dos maneras: á mano ó á máquina.

La lavadura á mano solamente debe emplearse cuando se trata de obtener pequeñas cantidades de almidón; se ejecuta por medio de una tina ó cuba con doble fondo, el superior provisto de agujeros, sobre el cual se colocarán los tubérculos; se mantendrá una corriente de agua sobre la tina, en tanto que un obrero, provisto de una escoba áspera, agitará las patatas, á fin de que todas ellas experimenten la acción de la escoba y de la corriente de agua.

En ciertas fábricas en grande se ha adoptado desde hace poco tiempo el sistema de canales empleado en la fabricación del azúcar de remolacha, para el transporte por medio del agua y el lavado simultáneo de los tubérculos. Las patatas se vierten en dos canales que arrancan del punto en que se encuentran almacenadas; el agua de estos canales las arrastra hasta el lavador, al que llegan después de experimentar en su camino un lavado enérgico; este sistema ha dado buenos resultados; los canales vierten junto al lavador en un depósito del que son elevadas las patatas por medio de una cadena de canjilones que las conduce al aparato.

El emplazamiento del lavador debe hacerse de modo que resulte bastante alto, á fin de que las aguas de lavado tengan una salida suficientemente rápida para arrastrar las materias procedentes del lavado, y á fin también de que las patatas lavadas puedan verterse directamente desde él al rallo ó aparato disgregador que se emplee; conviene también, si el establecimiento es importante, que el lavador no esté situado en el departamento en que se verifica el lavado y tamizado de la fécula, para evitar que ésta se ensucie con los detritus de barro que siempre saltan en el lavado.

Para el lavado á máquina se adoptará un cilindro formado por listones de hierro ó de madera que tengan de 1 á 4 centímetros de anchura y se hallen separados entre sí por una distancia de 15 á 20 milímetros. El cilindro ha de colocarse algo inclinado, dentro de una caja, en la cual pueda girar sobre un eje con la velocidad de 10 á 15 revoluciones por minuto. La

caja deberá contener una cantidad de agua que llegue hasta la altura de un tercio del diámetro del cilindro próximamente. Las patatas se introducirán en él por la parte superior, y se lavan gracias al movimiento del mismo, en virtud del cual van quedando despojadas de la tierra y de las piedrecillas; residuos que van cayendo á la caja por los espacios que hay entre los listones que forman el cilindro giratorio. Se extraen del recipiente por la parte inferior mediante un enrejado en hélice, adaptado al eje y á la pared interna.

Es importante en sumo grado la operación de separar las piedrecillas incrustadas en las patatas, que á veces es imposible distinguir por la forma y el color que presentan. Para ese objeto se utiliza el aparato llamado *despedrador*, que puede ser de varias formas, entre las cuales es preferible la del inventado por Joly, el cual consta de una artesa semicilíndrica, que se coloca con una inclinación leve sobre el plano del horizonte, de modo que pueda tener llena de agua la mitad de su cavidad, tocando la superficie de ésta en los ángulos opuestos de las dos bases ó lados planos. En medio del cilindro, y en el sentido de su eje ideal, girará un árbol de hierro, armado de palas dispuestas en forma de hélice. Se comunica el movimiento giratorio á ese árbol por medio de una rueda cónica que ha de engranar con otra rueda de la misma forma, sujeta á un eje horizontal, el cual habrá de moverse por medio de una manivela ó de una correa sin fin.

Introducidas las patatas en el cilindro por la extremidad superior opuesta á la rueda cónica y arrastradas por la hélice, van á salir por una abertura practicada detrás de esa rueda; y como las pidras son específicamente más pesadas que las patatas, caerán en la parte inferior de la caja, donde existe una salida que se podrá abrir de cuando en cuando. Otros diferentes sistemas de despedradores se pueden emplear, citándose entre los más usados el de Siemens y la máquina de Metzger y Benuleth, muy generalizada en el imperio germánico.

Otro aparato lavador mecánico, muy recomendable por sus excelentes resultados, es el lavador de Siemens, representado en la figura 5.ª La artesa está formada con tablones gruesos y dividida por tres tabiques en cuatro departamentos; dos varillas fijas longitudinalmente á las paredes, soportan una placa semicilíndrica de palastro llena de agujeros de centímetro y medio de diámetro.

El árbol de hierro *d* que atraviesa la artesa en toda su longi-

tud descansa en un cojinete *e* por la parte delantera de la artesa, y por la opuesta en otro cojinete *p*, fuera del cual van montadas las poleas de transmisión *hh'*. El árbol está guarnecido en cada uno de los tres primeros compartimientos de seis fuertes brazos *i*, de hierro ó madera, que se fijan en una duela *i'* por medio de tornillos formando una hélice destinada á empujar las patatas de una á otra de las divisiones de la artesa; la longitud de los brazos es tal que dejen entre su extremo y la chapa perforada una distancia de 5 á 8 centímetros. En el cuarto compartimiento de la artesa lleva el árbol un disco de

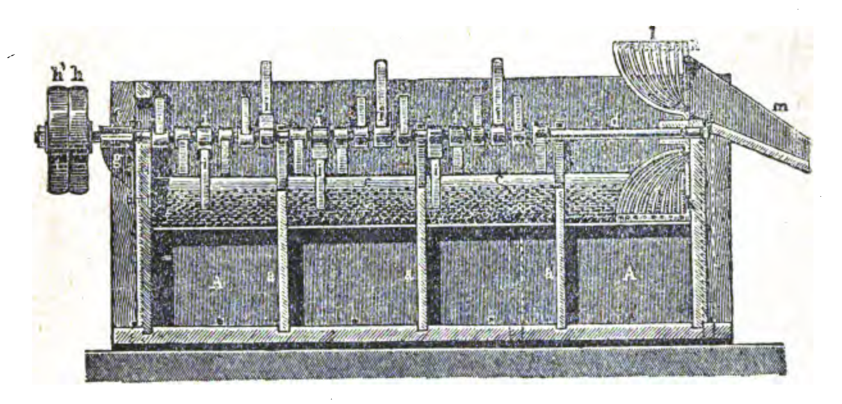


Figura 5.ª

hierro fundido *k*, que tiene dos aberturas laterales, sobre las que se adapta un cesto vertedor *l*, que afecta la forma de un sector esférico, formado de varillas de hierro, el cual proyecta las patatas lavadas sobre el plano inclinado *m*.

Las patatas se reciben en el compartimiento inmediato á las poleas de transmisión, y van después empujadas de uno á otro por los brazos del árbol, hasta que llegan bien limpias al extremo opuesto de la artesa; el agua marcha en sentido contrario, entrando continuamente por el cuarto compartimiento y saliendo por el primero por un tubo de desagüe colocado á la altura del árbol motor, de modo que el agua clara encuentre las patatas más limpias; las arenas, lodos y otras impurezas que acompañan á las patatas caen á través de los agujeros de la chapa que forma el falso fondo de los compartimientos, siendo retenidos en él los cantos gruesos, que pueden recogerse á mano de tiempo en tiempo.

Con este procedimiento de lavado en cuatro compartimientos,

que tienen cada uno 0m,63 de largo por 0,11 de ancho, se pueden lavar de 1.000 á 1.500 kilos de patatas por hora, aun cuando tengan bastante tierra.

Otro lavador aplicado en algunas grandes feculerías es el llamado de Uhland, que está fundado en idéntico principio que el anterior, y tiene ocho ó diez compartimientos de lavado.

Rallado ó raspado del tubérculo.—Una vez limpia la patata, se lleva á una tolva, de donde cae poco á poco sobre el rallo. Esta operación tiene por objeto desgarrar el mayor número posible de células, á fin de poner en descubierto los granitos feculentos; por consiguiente, será tanto mayor el rendimiento en fécula en cuanto sea más completo el rallado. El aparato empleado para desmenuzar la patata, ó sea el rallo, es tal vez el más importante en una fábrica de fécula; desgraciadamente, no hay ninguno perfecto, como lo demuestra el hecho de que cada fábrica usa distinto sistema. Hay rallos de varias dimensiones, según la importancia de la fabricación, desde los de uso doméstico, movidos á mano, que desmenuzan 200 á 1.000 kilogramos de tubérculos por día, hasta los empleados por la gran industria, movidos por vapor ó agua, que deshacen hasta 25.000 kilogramos al día.

El rallo se componía en las antiguas fábricas, de cilindros de madera provistos de láminas de hierro, cuya mitad inferior penetra en el agua, con el objeto de separar la pulpa de patata adherida á las láminas. Posteriormente se ha modificado mucho y con grandes ventajas el rallo, siendo los más comúnmente usados los de Thierry, de Burette, de Rozet y Raffin, Markl, Robert, Tesca, Klusemann, etc. Nosotros nos limitamos á dar á conocer el de Champonnois (figura 6.ª).

En este aparato el órgano principal es un tambor cilíndrico, provisto de láminas de acero, pero cuyos dientes sobresalen al interior, en la concavidad de la superficie. El tambor, en vez de estar fijo á un árbol giratorio que le conduzca, va sujeto á un fondo inmóvil. El árbol de rotación, que penetra en el interior del tambor, está provisto en su extremo de una pieza de hierro, cuya sección presenta la forma de una paleta rectangular ahorquillada, que levanta y arrastra á medida que llegan los tubérculos, que quedan aplicados y prensados contra la superficie del tambor por la acción de la fuerza centrífuga. Esta superficie es al mismo tiempo mojada por el agua que cae sobre ella, en virtud de la velocidad de la paleta, y que se escapa

con la fécula que arrastra por los intervalos libres entre dos láminas dentadas consecutivas.

Las disposiciones del rallo hacen desaparecer de este modo los inconvenientes del rallo cilíndrico ordinario. Lo que caracteriza especialmente al primero es que el rendimiento en fécula, por motivo de la ausencia de los fragmentos no rallados, es superior para un mismo trabajo mecánico en el mismo tiempo, con un rallo de diámetro más pequeño, marchando á razón de 800 vueltas por minuto. La operación del rallado se verifica, en efecto, sobre la mayor parte de la extensión interior del tambor, lo que disminuye notablemente su longitud. Por último, el montaje de este rallo presenta un grado de precisión y una facilidad de entretenimiento que no se encontrará nunca en los rallos ordinarios.

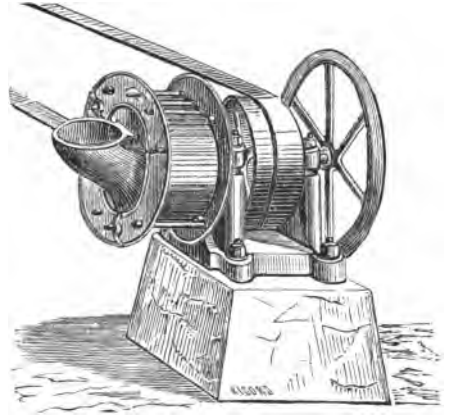


Figura 6.ª

El grado de división de la materia y la cantidad de trabajo á obtener se regulan de varios modos, bien sea por el saliente de las láminas, por su separación, ó, por último, por el número y abertura de las lumbreras. La velocidad de rotación de la paleta se aumenta, según la perfección de la división, hasta 1.000 revoluciones por minuto. Con este rallo se deshacen 13.000 kilogramos de patatas en diez horas, y se desmonta el aparato cada cuarenta y ocho horas de trabajo, con el objeto de limpiarlo.

Tamizado ó lavado de la pulpa.—La materia que sale del rallo es una papilla compuesta principalmente de agua, granos de fécula, celulosa y tejido celular no lacerado, bastando colocar esta papilla sobre un cedazo y lavarla con una corriente de

agua, para que la fécula atraviese el cedazo junto con el agua, quedando sobre el mismo el tejido celular. Este tamizado se hacía antes á mano, y lo mismo puede hacerse cuando se trabaja en pequeña escala; pero en las grandes fábricas se opera con aparatos de acción continua.

La pulpa cae inmediatamente después del rallo al tamiz, que generalmente es cilíndrico, y se compone especialmente, según representa la figura 7.ª, de un tamiz metálico redondo, en el

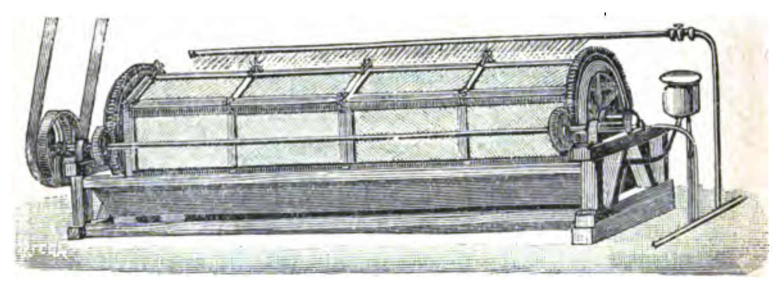


Figura 7.ª

cual giran lentamente un par de brochas, que barren, por decirlo así, en medio de una corriente continua de agua, la pulpa de las patatas contenida en el tamiz, hasta que el agua cuela perfectamente clara; el residuo se quita en seguida, y se introduce nueva cantidad de pulpa en el aparato. El agua del lavado que tiene en suspensión los granos de fécula, se conduce á una cuba de depósito.

Este tamiz es aplicable con buenos resultados al tamizado del almidón de trigo: el procedimiento, que seguramente es muy sencillo, presenta, sin embargo, varios inconvenientes graves que se oponen á su empleo. Así, el lavado no es completo, y queda á la pulpa una cantidad considerable de almidón; por otra parte, el tamizado no tiene lugar de un modo continuo; la separación de la pulpa pobre y el cambio del tamiz exigen mucho tiempo.

Para evitar estos inconvenientes se ha acudido á los aparatos continuos, siendo uno de ellos el que vamos á describir en su conjunto, y que es debido á los Sres. Huch y Stolz.

La figura 8.ª representa la disposición completa del aparato de estos fabricantes.

El primer rallo *A* opera sobre los tubérculos, reduciéndolos á pulpa, que cae en el recipiente *B*, de plano inclinado. La pulpa, aspirada por medio de la bomba *P*, se dirige por un

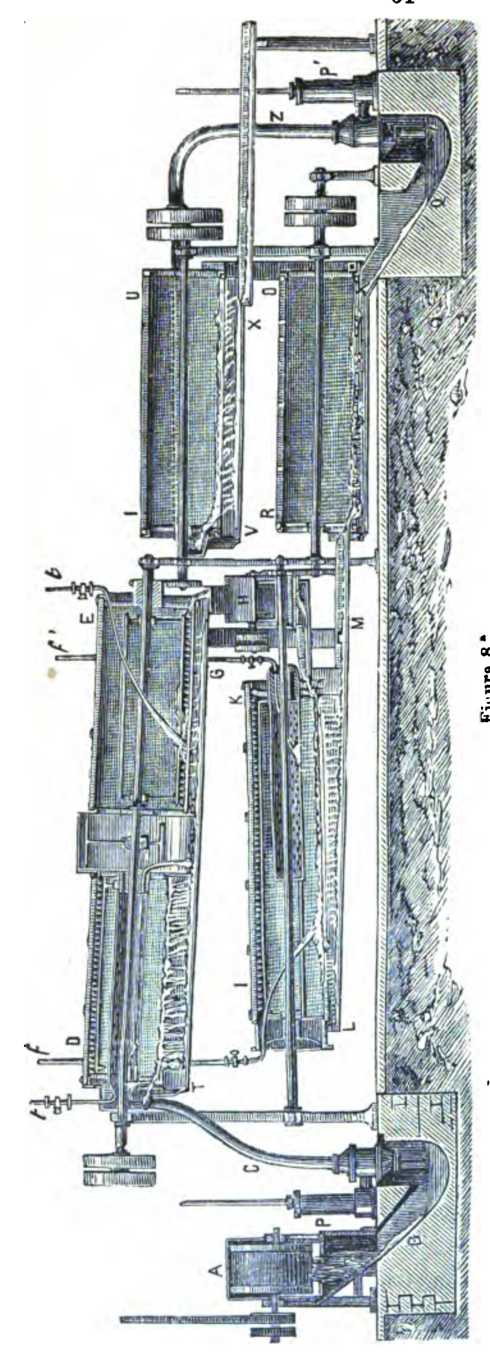


Figura 8.ª

tubo ascendente *C* hacia la tolva que alimenta el primer tamiz *D E*, formado en su parte *D* con tela metálica del núm. 25, y en la *E* con el núm. 35, y después de haber sido lavada por los chorros de agua de los tubos *t t'*, y diluída en las partes *D E*, cae por una canal de descarga en la tolva de un segundo rallo *H*, donde los trozos que han escapado del primero quedan convertidos también en pulpa fina, de la que puede todavía extraerse cierta cantidad de fécula. Este último efecto se obtiene por medio de un tamizado que facilita una inyección de agua de los tubos *f f'* en la criba ó tamiz *I K;* de aquí pasa la pulpa libre de fécula á un depósito exterior que la conduce hacia un recipiente especial.

Los líquidos cargados de fécula del primer cedazo *D E* y el segundo *I K*, corren por los receptores inclinados *T G* y *L M*, al primer cedazo depurador *R O*. El líquido cargado de fécula corre en el extremo del receptor

de este cedazo á un recipiente *Q*, donde una segunda bomba *P'* le sube al segundo y último depurador *I U*, por medio del tubo *Z*. La fécula, separada por estos diferentes tamizados de la película que la envolvía, y á la cual se da el nombre de salvado en las fábricas, es arrastrada por el agua sobre el receptor *V X*, que la dirige á grandes cubas, donde se deposita, en las que se opera el último lavado, ó mejor aún sobre planos ligeramente inclinados, como el representado en la figura 4.ª, donde se posa, mientras que las materias grises que la ensucian desaparecen con el líquido que las tiene en suspensión.

La fécula que queda depositada sobre los tableros ó planos de este aparato ó mesa de depósito, puede expenderse directamente al comercio para ciertos usos, pero lo más común es lavarla, para lo cual bastan al día seis ú ocho cubas, mientras que antes, cuando aún no eran conocidas las modernas mesas de depósito, se necesitaban muchísimas más cubas, más tiempo y no se obtenían tan buenos productos.

Los cedazos cilíndricos, que como se ha visto son los órganos principales del aparato, han sufrido diversas modificaciones; por ejemplo, Markl adoptó tamices que contienen un cilindro macizo de madera, provisto de brochas en línea espiral, girando en sentido opuesto al primero; en el mismo principio se construyen los aparatos de Fesca y Völkner.

Procedimiento Völkner.—Este autor inventó un procedimiento para extraer la fécula de las patatas, completamente distinto del que venimos describiendo. Consiste en destruir la estructura de las patatas, ó mecánicamente, ó por el medio químico de putrefacción, con lo cual se obtiene mayor cantidad de fécula.

Una vez cortadas en rodajas las patatas, se las separa la mayor parte de su agua de vegetación por maceración con el agua, y se transforman en seguida por un procedimiento químico en una masa dividida finamente; al efecto, las patatas cortadas se disponen en montones de varios pies de altura, á fin de que se calienten espontáneamente; para que las capas inferiores no estén demasiado apretadas por el peso de las superiores, lo cual impediría el acceso del aire, los montones se hacen con capas alternativas de rodajas de patatas y de cañizos ó pedazos de madera. Estos montones se abandonan á sí mismos y á una temperatura de 30 á 42°. Al cabo de ocho días próximamente, la podredumbre se encuentra bastante adelantada, y la substancia fibrosa está suficientemente disgregada

para que las patatas queden transformadas en una masa blanda y pastosa. En esta masa pastosa y poco coherente se encuentran mezcladas juntas la fécula, la substancia fibrosa y la corteza, de tal modo que se puede efectuar mecánicamente y con facilidad la separación completa de la primera. Con este objeto se remoja la masa en el agua y se le hace pasar á través de un tamiz de grandes mallas, que retiene las partes más gruesas. La separación de las partículas más finas se efectúa por medio de un tamiz de crin ó de tela metálica, cuyas mallas son bastante pequeñas para que no deje paso más que á la fécula y á las fibras más finas. La separación de los granos de fécula de estas últimas se hace por medio de lavados; las fibras son en tal caso arrastradas por el agua, mientras que los granos de fécula, más pesados, permanecen en su sitio.

Los Sres. Lainé y Dailli han ideado y perfeccionado un aparato lavador de las pulpas, superponiendo varios tamices de tal modo, que una sola cadena ó rejilla sin fin que resbala sobre ellos, pasa la pulpa sometida al lavado. La figura 9.ª representa este aparato, que M. Payen describe en la forma siguiente:

Las telas metálicas *a a* están tendidas sobre bastidores colocados paralelamente; la pulpa, á su salida del rallo *A*, llega conducida por el canal *G* sobre el tamiz inferior *a;* una doble cadena sin fin, provista de varillas paralelas de hierro que agitan la pulpa en toda su masa, la suben gradualmente sobre los tamices superpuestos a^1 a^2, etc., hasta llegar al más alto, en donde es perfectamente apurada por los chorros de agua *i i*, para salir después por la canal *c*, arrastrando mecánicamente el agua los granos de fécula á través de los tamices.

Con objeto de no gastar agua en exceso, se la hace llegar en filetes sobre el tamiz superior a^6 solamente, en donde encuentra la pulpa casi apurada; de allí se va derramando sucesivamente sobre los tamices inferiores, en los que encuentra pulpa cada vez más rica de fécula, hasta llegar á *a*, donde está la pulpa reciente, á la que le quita una parte de fécula; del tamiz inferior cae el agua cargada de productos á una artesa plana colocada debajo de él, y entra en un tamiz giratorio cónico *d d* movido por una correa, en el cual se recogen los salvados y materias extrañas que acompañan á la fécula diluída y salen por el extremo *e*, mientras que el líquido se recoge en la artesa *f*, de donde una cadena de canjilones *g g* le empuja por el canal *h* á las mesas de sedimento.

Las telas metálicas de los bastidores son de finura gradual,

empezando la más alta por el número 30 y la inferior del 50; el tamiz apurador *d d* es del número 80; estos números indican el

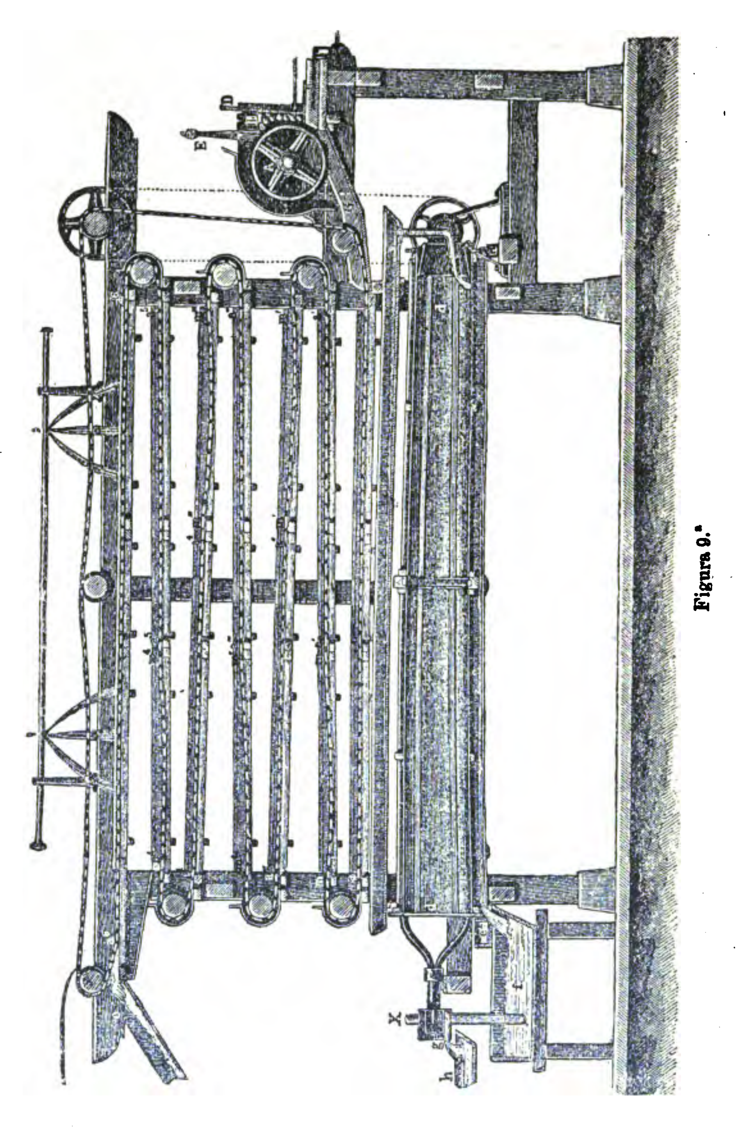


Figura 9.ª

número de hilos de latón repartidos en una superficie de 27 milímetros cuadrados. M. Siemens ha construído un tamiz sacudidor, que podríamos llamar tamiz de cataratas, porque la pulpa, en su marcha á través del aparato, cae escalonada, y tiene

la ventaja de que no lleva cojinetes ni partes móviles expuestas á desgastes y roturas; pero este aparato tiene, en opinión de los fabricantes, un defecto capital, que es el no poderse limpiar fácilmente y sin desmontarle los tamices, por lo cual resulta poco práctico.

En Alemania está muy generalizado el tamiz de cepillos móviles, por más que tampoco sea tan práctico como los que hemos descrito anteriormente, por lo que sólo nos limitamos á indicarlo.

Sea la que quiera la disposición de los tamices empleados, el éxito de la operación depende siempre del cuidado en el rallado, y muchos fabricantes creen llegar á un buen resultado cuando sólo dejan un 25 por 100 de almidón en la pulpa, pero con el empleo de rallos bien dispuestos esta pérdida no debe exceder del 10 por 100.

Ordinariamente se juzga bueno el resultado de una campaña cuando, según los procedimientos más ó menos perfectos empleados, se han obtenido de 15 á 17 kilogramos de fécula por 100 de patatas; pero este cálculo puede ser erróneo, y debe ejercerse una comprobación analítica que nos demuestre la fécula realmente perdida en la pulpa y que generalmente queda para venderse á bajo precio como alimento para el ganado.

Según los análisis practicados por Anthon, 100 partes de tubérculos han dejado 8 partes de pulpa seca, conteniendo 84 por 100 de fécula y 16 por 100 de fibra celular. De modo que las pulpas lavadas contienen un 50 por 100 de fécula: es, por lo tanto, conveniente someterlas á un nuevo trabajo, haciéndolas pasar por un par de cilindros horizontales animados de velocidades diferentes, á fin de operar, por el frotamiento entre ellos, una disgregación completa de las células y someterlas luego á nuevos lavados.

El análisis hecho por Fesca sobre una pulpa trabajada por el método ordinario, dió 19 kilogramos por 100 de patata; pasada después esta pulpa sobre un par de cilindros, y sometida á un lavado complementario, dió un rendimiento de 3,20 por 100 sobre el anterior.

Separación y purificación de la fécula.—El líquido lechoso que sale de los tamices se compone de fécula en suspensión en el agua, mezclada á los principios acuosos solubles de la patata, tales como dextrina, albúmina, mucílago, materias colorantes, etc. También acompañan á la fécula partículas impalpables de materia fibrosa, que han podido pasar por los tami-

ces, y alguna pequeña cantidad de materias térreas y minerales que se han incorporado á la fécula en un gran estado de división.

Para apartar la fécula de todos estos cuerpos, hay que someterla á nuevos lavados por decantación, en los que los principios solubles son arrastrados por el agua; si se deja el líquido lechoso en reposo, se forman dos capas muy diferentes; la inferior está constituída por fécula pura, y la superior contiene la mayor parte de los resíduos celulares.

Para obtener la separación de los cuerpos extraños á la fécula, se recibe el líquido procedente de los cedazos en un recipiente de madera ó cemento, en el cual se le mantiene en agitación por medio de una espátula ó un agitador mecánico de paletas; después de algunos minutos de descanso, se hace pasar rápidamente el líquido á otro recipiente por medio de robinetes, ó mejor con un sifón; el tiempo de parada basta para que las arenas y substancias minerales se depositen en el fondo, mientras que la fécula y partículas fibrosas más ligeras quedan en el líquido decantado; pocas horas bastan para que todas las materias orgánicas se depositen en el segundo recipiente, quedando cubiertas por el agua clara, que se decanta por medio de robinetes colocados á diferentes alturas.

El sedimento de la fécula se hace con bastante rapidez; sin embargo, á veces suele retardarse, porque el agua mezclada con los jugos celulares y las substancias que tiene en disolución no tienen tanta fluidez como el agua clara, sobre todo si se opera con patatas enfermas, averiadas ó podridas: se evita este inconveniente diluyendo la fécula con más agua, haciendo pasar este líquido en abundancia sobre el rallo y los tamices.

Una vez depositada la fécula en los recipientes y decantada el agua clara, aparece en el fondo una capa más ó menos espesa y compacta: la parte superior está formada por una mezcla de pulpa fina, de un color que varía del amarillo al pardo; la parte inferior es fécula pura blanca: se quita la capa superior por medio de espátulas, y se pone aparte, formando un producto llamado *fécula gris*, que se expende á bajo precio ó se somete á nuevos tratamientos; la parte de fécula que hay en las capas inferiores constituye la llamada *fécula bruta*, la cual contiene aún algunas materias extrañas. Para quitar estas impurezas y obtener la fécula pura, se puede recurrir á tres procedimientos, que están basados en el lavado, reposo y decan-

tación repetida; en el lavado por planos inclinados, ó en la separación y deshidratación por la fuerza centrífuga.

La fécula forma una capa compacta que no es fácil diluir por una simple agitación; por esta razón en algunas fábricas se emplea un agitador mecánico montado en la primera cuba de depósito, cuyas paletas pueden descender hasta que raspan en su movimiento giratorio la capa de fécula en su superficie. Cuando la fécula gris ha sido quitada de los depósitos, se extrae el resto de la fécula bruta por medio de palas de madera en forma de bloques, y se traslada á otra cuba con agua, en la que se mueve un agitador con bastante velocidad, que los divide, diluyendo la fécula en el agua hasta que el líquido presente una consistencia lechosa; cuando la cuba está llena y el líquido con la consistencia y uniformidad conveniente, se le



Figura 10

da salida á otras cubas más pequeñas por medio de llaves, en las cuales se deja sedimentar la fécula. Una vez sentada, se decanta el agua clara, se quita la capa superior de fécula gris, en la cual se han concentrado los residuos é impurezas, que se reúnen á las retiradas en la operación anterior, y se obtiene fécula de primera pasada como residuo. Esta operación de dilución, decantación y separación de fécula gris se debe repetir dos ó tres veces, hasta que el producto resulte limpio y perfecto.

El procedimiento de purificación de la fécula por medio de planos inclinados ya lo hemos descrito al ocuparnos de la obtención del almidón de trigo, representando la figura 4.ª una de las varias disposiciones que pueden adoptarse; este sistema representa un gran adelanto en la fabricación de la fécula, porque constituye el modo más sencillo de separación de las impurezas que la acompañan. La figura 10 representa en plano horizontal un sistema doble de planos inclinados instalados por Uhland; la longitud total del sistema no debe ser menor de 25 metros; pero como este desarrollo no es fácil obtenerlo en un solo plano, se acorta en varios trozos superpuestos,

de tal modo que la mezcla feculenta que recorre el plano superior vuelva al punto de partida por un segundo plano debajo del primero. De esta manera se superponen cuatro planos cuyo ancho es de un metro, con una pendiente de 4 milímetros por metro.

El líquido feculento está contenido en una cuba provista de un agitador, y de ella pasa al plano superior, el cual recorre lentamente sedimentando fécula más limpia cuanto más cerca está del origen de salida; recorre de este modo los planos superpuestos, dejando en su último camino la fécula gris ó más impura, y viniendo, por último, á desaguar en un recipiente inferior al borde del último plano, en donde sólo se recibe agua y los residuos fibrosos que acompañan á la fécula.

Los planos inclinados, que son de madera, así como las cubas y soportes, deben estar construídos con gran cuidado y esmero, y deben, además, tener cierta movilidad sobre sus apoyos, á fin de poder aumentar ó disminuir su inclinación con objeto de moderar la marcha del líquido feculento sobre ellos, para que el depósito de la fécula se verifique en las mejores condiciones.

La fécula que se deposite se debe recoger con paletas de madera; los depósitos de líquidos suelen hacerse de cemento; cuando se emplean recipientes de madera, es conveniente, después de cada temporada, al terminar los trabajos, desocuparlos y limpiarlos, secándolos con cuidado, y darles una mano de ácido carbólico caliente; este ácido penetra en los poros de la madera y evita la podredumbre, insectos, etc. Al empezar otra campaña se llenan los depósitos de agua y se tienen unos cuantos días para que se lleve todas las impurezas y polvo que pudieran contener.

Desecación de la fécula.—Recogida la fécula de las cubas de sedimentación ó de los planos inclinados de los depuradores, es muy húmeda, pudiéndose calcular que contiene dos tercios de agua en peso. Para separarla se emplean distintos procedimientos. En las fábricas pequeñas, ó montadas á la antigua, se toma la masa pastosa de fécula y se coloca en sacos de tela, encerrados dentro de cestos ligeramente cónicos, ó bien se vierte en pequeños moldes de madera, llenos de agujeros y provistos interiormente de tela basta. Después del primer escurrido que experimenta la fécula en los moldes, en los que queda en forma de masa ó pan, se vierte ésta sobre una mesa para terminar la desecación al aire libre, aunque generalmen-

te se prefiere que el suelo del secador esté formado por una capa espesa de yeso, que ayuda la desecación, absorbiendo una gran parte del agua interpuesta. Al cabo de veinticuatro horas de permanencia contiene todavía 33 á 45 por 100. En tal estado se llama fécula verde, y se la expide á los fabricantes de glucosa.

En cuanto á la que debe ser vendida bajo el nombre de fécula seca, aun cuando contiene todavía 18 por 100 de agua, se la lleva á la estufa de aire caliente, de que hablaremos más adelante, cuya temperatura durante las primeras horas no debe exceder de 40 á 50°, pero que se puede elevar sucesivamente hasta 70 y aun 80°. Al cabo de diez y ocho á veinte horas está ya la fécula seca. En seguida se la hace pasar entre cilindros de bronce para deshacer los trozos ligeramente aglomerados; se tamiza, y se la pone en sacos ó en paquetes.

La fécula seca se conserva indefinidamente al abrigo del aire húmedo; en otro caso se hidrata, se vuelve amarilla y acaba por perderse.

Para facilitar la desecación de la fécula se han propuesto los aparatos de fuerza centrífuga, por reunir las ventajas siguientes: 1.ª, no ser necesario los vastos locales empleados cuando se dispone la fécula sobre suelos enyesados; 2.ª, se gana tiempo, puesto que en diez minutos el agua que retiene la fécula no llega al 30 por 100; cantidad que disminuye luego con la desecación á la estufa, y 3.ª, economizan tiempo y combustible, y, por último, adquiere la fécula más blancura y pureza.

Aplicación de los aparatos de fuerza centrífuga.—Las turbinas ó hidroextractores, tan empleados en la fabricación de azúcar, y de los cuales damos dos modelos en las figuras 11 y 12, consisten en un tambor de tela metálica fina, al que se le da la necesaria solidez por medio de bandas ó aros de hierro dispuestos exteriormente. Se pone en movimiento á la velocidad de 1.000 á 1.500 revoluciones por minuto en el interior de un depósito ó envolvente de fundición, y con este objeto el eje de hierro vertical lleva en su extremo superior un cono de frotamiento, puesto en actividad por otro cono semejante. El interior del tambor está limitado por un cono de palastro que obliga á la fécula que debe ser desecada á aproximarse más cerca del borde del tambor.

He aquí ahora cómo funcionan estos aparatos: una vez separada la fécula y bien lavada, se introduce en un saco de piel de gamuza, que guarnece la superficie interior, cilíndrica y

llena de agujeros, del tambor del hidroextractor de cobre. Por efecto de la fuerza centrífuga, el agua se tamiza y escapa á través de los poros de la piel, mientras que la fécula queda retenida por la envolvente y se deposita sobre la superficie interior bajo la forma de un cilindro hueco de paredes consistentes. Este depósito no se verifica nunca sin una separación ó clasificación de las materias extrañas, según su densidad. Los cuerpos más pesados, tales como la arena, son proyectados á



Figura 11

la circunferencia del cilindro de fécula, mientras que los cuerpos ligeros, tales como el carbón, etc., quedan en la superficie interior. Bastará, pues, raspar ligeramente las dos superficies para obtener la fécula blanca, al estado de mayor pureza.

Blanqueo de la fécula.—Para comunicar á la fécula la blancura que la distingue, se han aconsejado varios procedimientos, basados en la acción del cloro, del ácido sulfuroso ó de otros varios agentes, los cuales adolecen del defecto de comunicar al producto mal olor.

Recientemente ha obtenido M. Hermite privilegio por un procedimiento eléctrico de su invención, que da excelentes y económicos resultados, y está basado en las reacciones que se producen al someter una disolución de cloruro de magnesio del comercio, á la acción de una corriente eléctrica; las materias que

emplea son una disolución de sal marina, conteniendo cloruro de magnesio.

El cloro procedente del cloruro de magnesio, y el oxígeno procedente del agua, se desprenden bajo la acción de la corriente eléctrica, reuniéndose en el polo positivo, dando lugar á la formación de compuesto oxigenado de cloro muy poco estable,

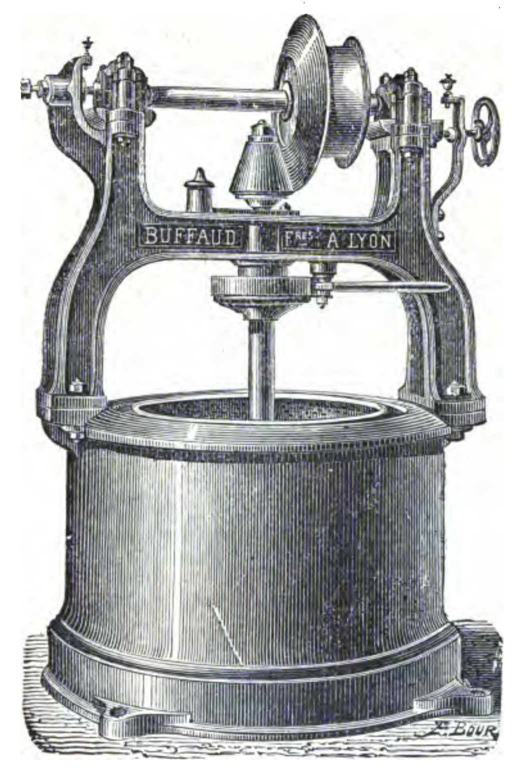


Figura 12

y dotado con gran poder decolorante; el hidrógeno y el magnesio van al polo negativo, descomponiendo el agua para formar óxido de magnesio y desprenderse el hidrógeno libre.

El aparato en que se aplica este sistema, llamado electrolizador, consiste, según representa la figura 13, en una caja de hierro fundido galvanizada, que tiene en su parte inferior un tubo lleno de agujeros, y provisto de una llave de cinc, por el cual entra la disolución salina en el aparato; la parte superior del recipiente lleva un reborde formando canal, y el líquido que

desborda del recipiente corre por ella, y sale por un tubo, formando de este modo una circulación continua.

Los electrodos negativos están formados por una serie de discos de cinc montados sobre dos árboles que giran lentamente.

Entre cada par de discos de cinc van colocados los electrodos positivos, cuya superficie activa está formada por alambres de platino sostenidos por un cuadro de ebonita, formando una placa rígida; la parte superior de los alambres de platino está soldada á una pieza de plomo aislada, y cada una de ellas co-

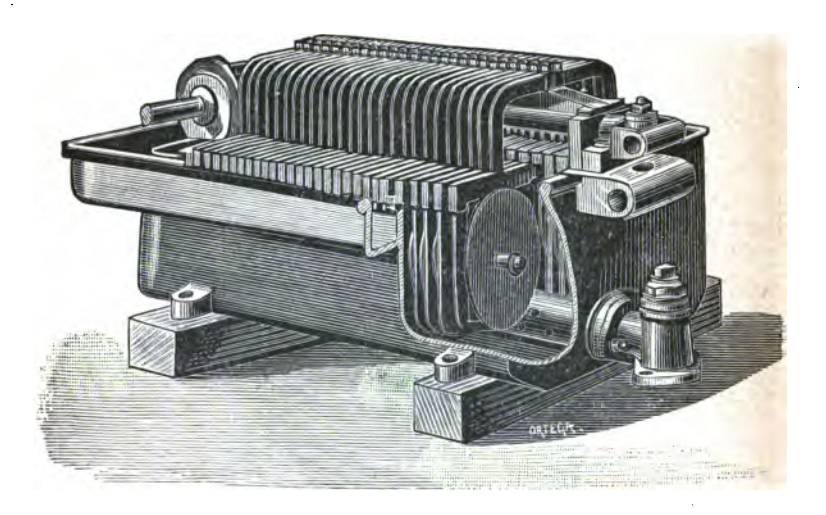


Figura 13

municando con una barra de cobre que atraviesa el aparato; el contacto se efectúa por medio de tuercas, pudiendo quitar un electrodo cualquiera sin interrumpir la marcha del aparato; la barra de cobre á que van fijos los electrodos positivos está en comunicación con el polo positivo de la dinamo. La corriente se distribuye por los electrodos de platino, de los que pasa atravesando el líquido á los discos de cinc que forman el polo negativo, y comunican con la caja de fundición, y ésta con el polo negativo de la dinamo.

El aparato lleva unos cuchillos de ebonita que raspan los discos de cinc para que estén limpios, y en el fondo de la caja hay una puerta de limpieza para vaciar el aparato cuando sea necesario.

Cuando se emplean varios aparatos á la vez, pueden montarse en tensión, haciendo comunicar el polo positivo del primero con el negativo del segundo, y así sucesivamente.

En el circuito eléctrico hay establecidos aparatos para medir la tensión y la marcha de la operación, no exigiendo más cuidado el aparato que la limpieza mensual que se verifica sin desmontar nada, abriendo la puerta del fondo del recipiente y lavando éste con agua clara.

La Sociedad francesa que explota este privilegio, construye tres tipos de aparatos: el tipo *A*, que necesita una corriente de 1.000 á 1.200 amperes; el tipo *B*, que marcha con una corriente de 500 á 600, y el tipo *C*, que sólo necesita 200.

El método Hermite para el blanqueo y desinfección de la fécula se practica de dos maneras: la primera de ellas consiste en tratar en el aparato una cantidad determinada de disolución de sal marina y cloruro de magnesio, sometiéndola á la corriente y añadiendo después el líquido á la fécula verde, mezclando bien la masa en una artesa ó depósito y amasando; media hora después la fécula está completamente blanca y desinfectada, pudiendo lavarse en planos inclinados ó en turbina, como hemos explicado.

El segundo procedimiento, más empleado en el tratamiento de la fécula gris, consiste en agregar á la masa pastosa de fécula que se ha de tratar, cierta cantidad de sal marina y cloruro de magnesio, obligándola después á pasar varias veces por la caja del aparato electrizador en estado semi-flúido, por medio de una bomba, para que experimente la acción de la corriente eléctrica; cuando está blanca se lava y deposita por los métodos descritos anteriormente.

Trabajo de las patatas heladas ó podridas.—Las patatas heladas se desmenuzan y rallan como las demás, pero como son más duras, exigen más fuerza, por lo que sería conveniente prepararlas previamente con un lavado especial de agua templada. La fécula de esta clase de patata se deposita más lentamente que la ordinaria, y suele tomar un tono agrisado; ha enseñado la práctica que, agregando dos decilitros de bisulfito de cal por metro cúbico de agua para el tamizado de la pulpa, no se produce este defecto, depositándose perfectamente una fécula blanca.

Cuando se opera con patatas podridas, éstas contienen ciertos gérmenes que dan lugar al desarrollo de bacterias y fermentos organizados, que al producirse en el agua, ocasionan

movimientos en el líquido que impiden el precipitado de la fécula, y la que se logra resulta con un color agrisado.

Para evitar este inconveniente, destruyendo las bacterias, hay dos procedimientos, según se trate de obtener fécula verde ó fécula seca. En el primer caso, se añade un poco de ácido sulfúrico al agua del tamizado, en la proporción de un litro de ácido por metro cúbico de agua, para lo cual el ácido, convenientemente diluído, se coloca en un tonel en cantidad suficiente para una jornada. Este tonel, situado sobre la cuba de reposo, vierte el líquido ácido poco á poco sobre la fécula mientras se la remueve con el agitador de paletas; para lograr una mezcla perfecta, se deja reposar y se repite el agitado una ó dos veces.

Cuando se trata de obtener fécula seca, no debe aconsejarse el empleo del ácido sulfúrico, porque el comercio exige la fécula perfectamente neutra; en este caso se recurre con buen resultado al empleo del bisulfito de cal en disolución clara é incolora; agregado este cuerpo al agua de lavado de la fécula, se descompone en sulfato de cal (yeso) y pequeña cantidad de ácido sulfuroso, que se neutraliza en casi todos los casos por el carbonato de cal que contiene el agua; la fécula tratada de este modo tiene una reacción neutra; la dosis de bisulfato que ha de emplearse debe determinarse por un pequeño tanteo previo, pero podemos asegurar que en la mayor parte de los casos basta medio litro por metro cúbico de agua, y puede hacerse la incorporación del modo que hemos dicho para el ácido sulfúrico.

Secado de la fécula.—La fécula contiene, á su salida de los aparatos de depósito, centrífugas, etc., una gran cantidad de agua que hay que quitarle antes de ponerla en circulación comercial, no teniendo en el estado indicado otra aplicación que servir como materia primera, bajo el nombre de *fécula verde*, para la obtención de glucosa.

La cantidad de agua que contiene una fécula verde es variable según el procedimiento que se haya seguido para la extracción, pero debe siempre someterse á un sistema de deshidratación previa, colocando la pasta reposada en cajas filtrantes de madera, cuyo fondo está perforado y cubierto de lienzo filtrante; al cargarlas con la pasta feculosa, se separa parte del agua que la acompaña, y otra parte se aparta por medio de ligeras sacudidas que se dan á los cajones llenos; pasadas veinticuatro horas, la fécula está bastante deshidratada, pero contiene 42 á 44 por

100 de agua; se descarga volcando las cajas sobre tableros de madera y dividiendo en prismas la masa compacta de fécula, que pasa en este estado á la estufa para su desecación. Este procedimiento es largo y pesado, por cuya razón se han ideado otros procedimientos por medio de aparatos que, al operar más rápidamente, evitan los peligros de la fermentación que puede ocurrir en las cajas en que permanece veinticuatro horas la fécula.

La fécula puede ser deshidratada por compresión del aire comprimido por medio del aparato Uhland, representado en la figura 14, que consiste en un fuerte recipiente de aire, de hierro fundido, en el cual se inyecta aire á 4 ó 5 atmósferas por

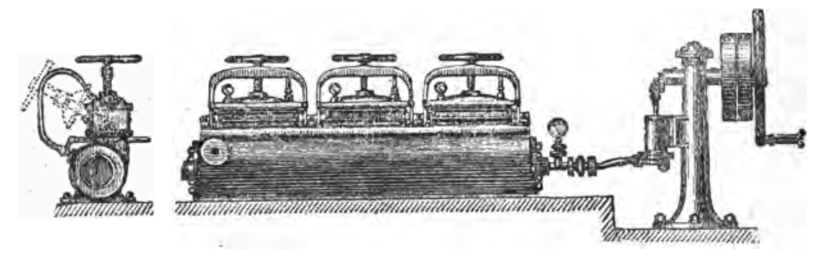


Figura 14

medio de una bomba de inyección. Sobre este recipiente cilíndrico horizontal van colocados en batería varios moldes ó formas redondas ó cuadradas, abiertas por su parte inferior y superior, con asas para poderlas manejar, que descansan sobre un platillo en forma de tamiz, y pueden ser cerradas superiormente con toda precisión por medio de tapas y tornillos, para que el aire pueda obrar por presión sobre la superficie semiflúida de la pasta que se coloca en ellas; el aire viene del recipiente inferior á unas boquillas que hay en las tapas, por medio de tubos de caucho provistos de llaves de paso, saliendo el agua por el fondo tamiz de la caja; cuando ha terminado la acción compresora del aire, se abren las cajas y se llevan á un aparato extractor, en forma de prensa de mano, que tiene por objeto sacar los panes de fécula de los moldes ó cajas, en las que han sido fuertemente comprimidos por el aire para hacerles perder el agua.

Los bloques de fécula así obtenidos no han perdido totalmente su agua, y es preciso terminar su desecación por medio de secadores, ya sean al aire libre, ya en estufa.

Los primeros, usados tan sólo en las pequeñas fábricas, consisten en un local con suficientes telares, provistos de tela fuerte ó bien enrejados, en los que se extiende la fécula en pedazos. revolviéndolos de tanto en tanto hasta que se seca. Este local debe ser suficientemente vasto, bien ventilado y lejos de los caminos ó carreteras que levanten polvo.

En las grandes feculerías el secador es una estufa, ó sea un

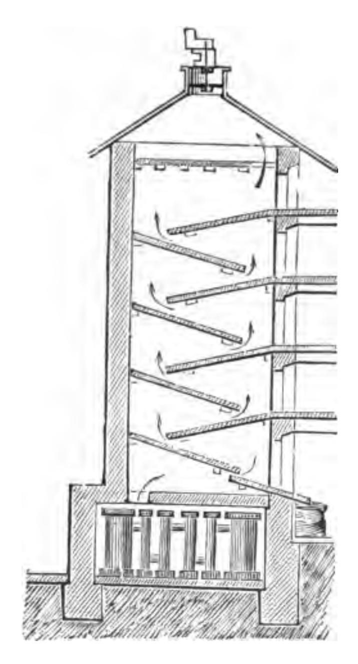


Figura 15

local en que se calienta el aire por medio del vapor comunicado por el generador común ó con auxilio de caloríferos apropiados. La temperatura al principio de la desecación debe ser inferior á 60°, para evitar se agrume la fécula. Lacambre y Persac han propuesto la estufa *metódica* y *continua*, que calienta gradualmente la fécula desde 40° en el plano superior hasta 90° en el inferior. Esta estufa es la misma que se emplea en las fábricas de cerveza para desecar la malta, y representamos en la figura 15. Se compone de dos compartimientos iguales (en la figura no se representa más que uno), separados por una pared divisoria que en su parte superior lleva un balancín de fundición, que pone en juego, por medio de una biela y de una

manivela, diez y seis grandes marcos de hierro, recubiertos de telas metálicas. Estos marcos están superpuestos dos á dos, inclinados de manera que viertan uno sobre otro la fécula, que reciben de un modo casi continuo por su parte superior. La fécula recorre de este modo los cuatro pisos de marcos en sentido contrario al del aire caliente procedente del calorífero que se encuentra en la parte inferior, y que sigue la dirección se-

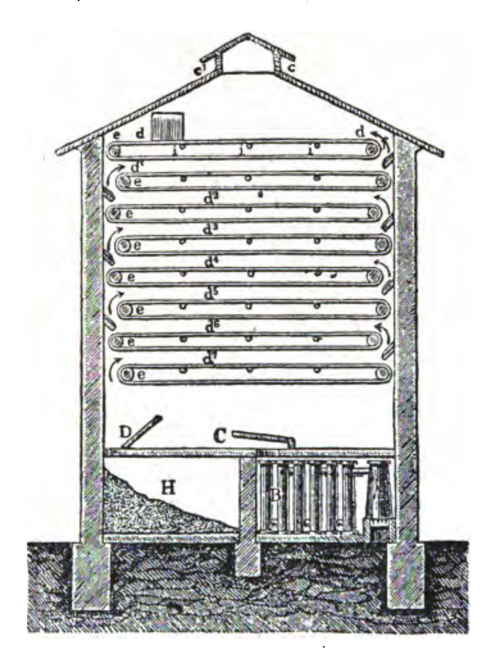


Figura 16

ñalada por las flechas, para escaparse cargado de humedad por la abertura superior. De esta clase de estufas se construyen distintos modelos, más ó menos perfeccionados.

Otra estufa muy empleada es la representada en la figura 16, que consiste, como la anterior, en una torre, en la cual el calorífero está dispuesto del mismo modo, pero la fécula circula de alto á bajo mecánicamente, por una combinación de ocho telas sin fin, superpuestas horizontalmente, tendidas en parejas de cilindros, y puestas en movimiento con una velocidad uniforme por ruedas de engranaje fijas á cada cilindro.

Las telas sin fin se mueven alternativamente en sentido contrario, y por lo tanto, la fécula verde colocada en la tela supe-

rior por la ventana *d*, será transportada por ella hasta el cilindro de la derecha, en donde caerá en la tela inferior, que la llevará en dirección opuesta hasta el cilindro de la izquierda, de donde verterá á la que está debajo, y así sucesivamente hasta caer en la tolva *D*.

Otro sistema de desecación que tiene alguna aceptación es el llamado de *canales ó galerías*, y consiste en dividir el secador en varias cámaras, en forma de túneles, que tienen generalmente 10 metros de largo por uno de ancho y dos de altura; en cada una de estas galerías se colocan ocho cajas, llamadas vagonetas, que no son otra cosa que unos bastidores montados sobre ruedas, que llevan una estantería cada uno con doce cribas cuadradas de madera y alambre superpuestas, dejando entre ellas espacio suficiente para que, colocada la fécula, pueda circular libremente el aire caliente; las ruedas de estos bastidores son de pestaña, y van sobre carriles para que no se desvíen de su dirección y eviten los choques contra las paredes; la marcha de las cajas en estas galerías es en sentido contrario á la del aire caliente; de modo que las vagonetas recién cargadas entrarán por la puerta situada cerca de la chimenea de salida, y saldrán por el lado en donde está la llegada del aire caliente del calorífero.

Terminada la desecación de la fécula, sea el que quiera el procedimiento empleado, hay que reducirla á polvo; operación que puede verificarse con un sistema cualquiera de molino, y después se la pasa por cedazos de molinero para empaquetarla y expedirla al consumo.

Residuos de la fabricación de fécula.—Los residuos que deja la fabricación de la fécula son la pulpa ó restos fibrosos de la patata y las aguas de lavado; estas últimas se dejan correr libremente á los ríos y arroyos, si no pueden utilizarse en el riego, en donde son muy ventajosas por los principios nitrogenados que contienen.

La pulpa se emplea generalmente como alimento para el ganado, pero como suele repugnarla cuando está húmeda por su olor especial, se ha tratado de secarla, sometiéndola á un prensado que permite además molerla y conservarla como el salvado.

En la mayor parte de las feculerías, los residuos pobres ó libres de almidón no son utilizados en la alimentación directa del ganado. Los labradores que suministran las patatas rechazan el alimento, mucho más acuoso y, según su frase, «dema-

siado frío», y el industrial queda embarazado con una cantidad de residuos que se ve con frecuencia obligado á guardar en fosas, y que son para él una causa frecuente de inconvenientes que comprometen en ciertos casos la vitalidad de su fábrica. Las infiltraciones de las aguas que escurren vienen á corromper los pozos vecinos; las fermentaciones pútridas se desarrollan durante el verano, y aparte de estos inconvenientes, el industrial deja perder ciertos productos que se consideran en algunas fábricas como capaces para pagar una gran parte de los gastos de fabricación.

A pesar de ser su trabajo incompleto y costoso, en cierto número de fábricas se emplean las prensas de tornillo para desecar los residuos á que venimos refiriéndonos, y secarlos en seguida en la estufa. En otras se emplea la prensa hidráulica. Después de repetidos ensayos, el Sr. Champonnois ha aplicado su prensa continua (figura 17) á la presión de estos residuos, habiendo obtenido los resultados más felices. La experiencia adquirida en diferentes feculerías en que ha sustituído su prensa á la hidráulica, ha demostrado que aquélla puede alcanzar al menos el mismo grado de presión, es decir, 16 por 100 próximamente de pulpa del peso de la patata. Además de estas ventajas, como supresión de todo gasto, mano de obra, sacos, etcétera, su manejo y entretenimiento están al alcance de los obreros menos inteligentes de las feculerías, las reparaciones son raras y fáciles de ejecutar, su superficie filtrante es rígida y resistente á los mayores esfuerzos de presión, no experimenta ningún frotamiento el residuo sobre los cilindros que desarrollan continuamente la pulpa prensada, y la disposición particular de esa superficie filtrante, que da ciertas lumbreras ó aberturas dispuestas en hélice continua, constantemente limpiada por los cuchillos que desprenden la pulpa prensada, es una garantía de mantenimiento de la limpieza de estas aberturas, que permanecen tan activas y tan abiertas al cabo de tres meses de fabricación como en el primer día.

La pulpa que sale de esta prensa resulta mejor en la estufa que la de las prensas hidráulicas; esta última enrojece por el mucho tiempo que está sobre la rejilla, sea á causa del gran espesor de las tortas, ó si están divididas éstas, á causa de las partes frías que obstruyen aquélla y paralizan ó dificultan el paso del aire caliente. La pulpa de la prensa Champonnois, por el contrario, se presenta en plaquitas delgadas, desarrolladas por los cilindros, y que situadas sobre la rejilla de la estufa, se

sostienen y dan paso fácil á la corriente del aire caliente; las superficies de contacto del aire se aumentan, y el extraordina-

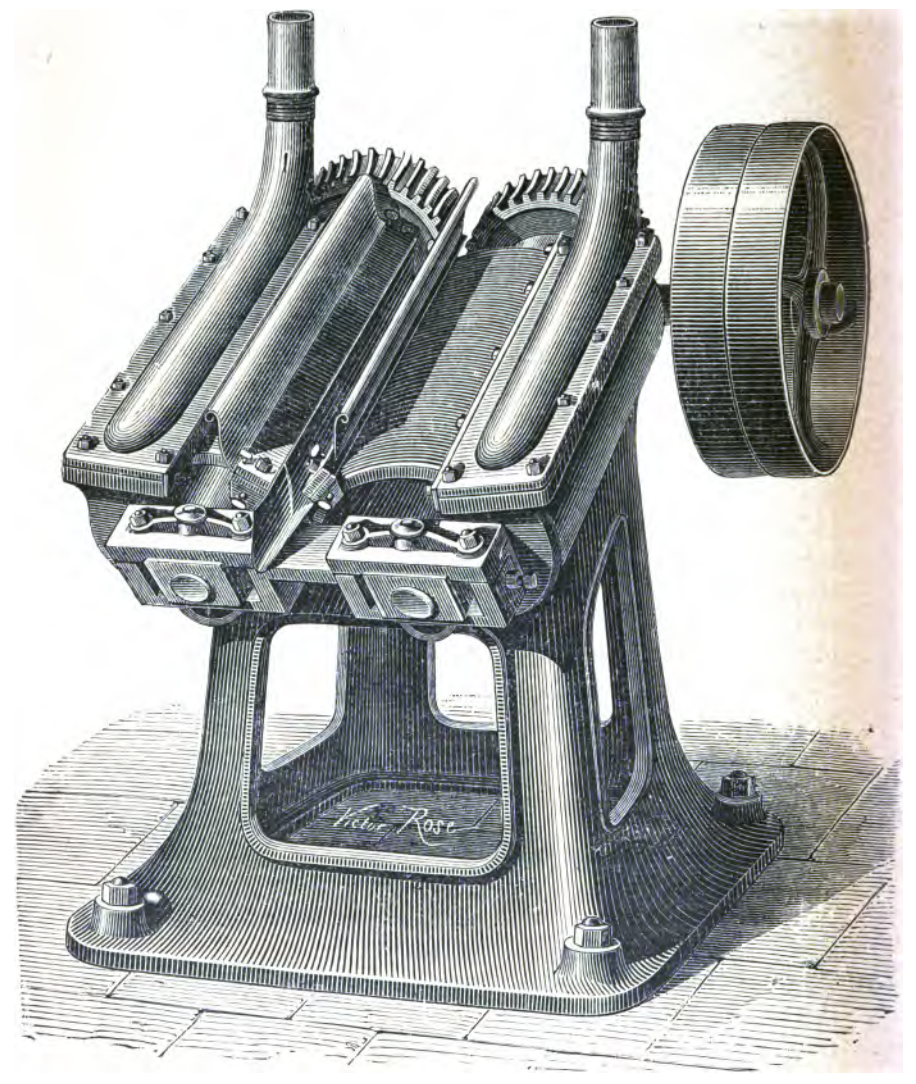


Figura 17

rio grado de presión, que corresponde á 35 y 37 por 100 de materia seca, hace que la desecación sea regular y rápida; de donde resulta una importante economía de combustible.

A estas condiciones de la desecación es á las que debe la ventaja muy apreciada de dar salvados blancos; también la debe á la rapidez con que se verifica la presión, en que la pulpa le es instantáneamente sometida, sin manipulación, á su salida de los tamices.

Rendimiento de los tubérculos en fécula.—Ninguna máquina desmenuzadora de patatas es capaz de abrir todas las células de esos tubérculos, por lo cual es imposible dejar en libertad toda la cantidad de fécula que contienen. Por término medio, se calcula que se extraen los dos tercios y á lo sumo los tres cuartos de la fécula contenida. Cien kilogramos de patatas que contengan un 19 por 100 de almidón anhidro, los cuales corresponden á 23,17 de almidón secado al aire, producen á lo sumo, es decir, en las mejores condiciones de elaboración, 17,5 kilogramos de almidón.

Modo de utilizar los residuos de la fabricación de féculas.—Los residuos que quedan del lavado de la pulpa de patata son los más importantes que se obtienen en la fabricación que nos ocupa; representan cerca del 65 por 100 del peso de los tubérculos, y contienen, por término medio, un 12 por 100 de materia seca, del cual siete partes son fécula y el resto celulosa, materias albuminoideas y cenizas. La cantidad de ázoe en la pulpa seca es de 1,33 por 100. Si no toda, se podrá extraer la mayor parte de esa cantidad de fécula sometiendo el residuo á un nuevo desmenuzamiento. Muchos han propuesto que se convierta en dextrina ó glucosa mediante la bien conocida acción del ácido sulfúrico y de la diastasa.

Völkner sugirió la idea de hacer que ese residuo se transforme por medio de la putrefacción, gracias á la cual el tejido celular se descompone y las substancias albuminoideas y gomosas que lo retienen se disuelven, pudiendo ser aislado de esa suerte el almidón, empleando un cedazo en la forma ordinaria. Para que la substancia de que hablamos sufra esa putrefacción en las mejores condiciones, no habrá de estar ni muy seca ni muy húmeda, y deberá exponerse á la temperatura de 32 á 37° centígrados.

Generalmente ese residuo se utiliza en la alimentación de los ganados, y en ese caso debe procurarse que pierda la mayor parte de la humedad que contiene, lo cual se podrá conseguir haciéndolo pasar entre dos cilindros como los representados en la figura 12, que por medio de la presión hagan escurrir casi toda el agua contenida. Cuando se haya secado completa-

mente y haya sido cernido, podrá servir para enharinar el pan antes de cocerlo.

Las aguas del lavado se dejan ordinariamente salir de la fábrica hacia los vertederos ordinarios y hacia fosos especiales abiertos para ese fin. Estas aguas contienen substancias albuminoideas, y de ahí que den origen fácilmente á una putrefacción, de la cual se desprende un olor molesto. En algunas fábricas se ha pensado en aprovechar esas materias que contienen disueltas y en suspensión las aguas, dejándolas reposar durante algún tiempo en depósitos especiales. En ese caso, el sedimento que va quedando en el fondo se utiliza como abono, y las aguas se emplean después para el riego de los campos.

Fesca recomienda otro procedimiento para sacar partido de las aguas de las lavaduras, y entiende que deberán calentarse por medio del vapor, elevando la temperatura al grado necesario para que la albúmina se coagule, en cuyo caso ésta se almacena y se utiliza para alimentación de las reses.

Para obviar el inconveniente del ingrato olor que se desarrolla en esas aguas cuando se pudren, se podrá agregar á ellas un desinfectante. Para ese fin propone Süvern la adopción de una lechada de cal mezclada con cloruro de magnesia, teniendo en cuenta que esa base tiene la propiedad de formar compuestos insolubles en la mayoría de las substancias orgánicas.

En el comercio la fécula se expende bajo las siguientes formas:

1.ª *Fécula en harina*, que se presenta seca, molida y cernida, y sirve para elaborar diferentes pastas.

2.ª *Fécula ordinaria*, la cual forma grumos más ó menos gruesos, que contienen de 14 á 18 por 100 de agua.

3.ª *Fécula verde*, ó sea fécula húmeda, la cual contiene de 34 á 45 por 100 de agua.

4.ª *Fécula común ó sin lavar*, la cual no es otra cosa que el primer sedimento de las aguas de la lavadura de la pulpa; sedimento que no ha sido purificado después. Se vende á bajo precio, y se emplea para la fabricación de glucosas.

La fécula tiene sobre las demás clases de almidón la desventaja de presentar un olor y un sabor muy marcados y desagradables; de manera que no es posible soportar esa fécula en las viandas; propiedad que es precisamente debida á la presencia de un aceite esencial. Según Martín, ese aceite se puede separar lavando la fécula con un peso igual de una disolución de carbonato sódico al 2 por 100, con tal de que más tarde se lave cuidadosamente con agua.

Tal vez en ninguna nación europea se encuentren tantas fábricas de fécula como en Francia, donde también se hace gran consumo. Generalmente esas fábricas, que comenzaron á desarrollarse en 1846, se hallan montadas en las cercanías de la capital de esa república.

Almidón de maíz

El conocido vegetal *maíz*, ó *Zea mais*, oriundo de América, presenta muchas variedades, que se distinguen principalmente por la forma de sus espigas ó panojas, por el tamaño y color de sus granos, y porque son unas veces blancos, otras rojos, amarillos ó pintados. La composición química de esos granos presenta también diferencias cuantitativas, según la variedad á que las semillas pertenecen, y el clima, terreno, etc., en que viven. Por regla general, se puede admitir que la cantidad de almidón en el maíz oscila entre 50 y 60 por 100 de la masa total, según han comprobado con sus análisis Wagner, Polson y Pillitz.

Tanto por la estructura anatómica de las semillas, como por la composición química cualitativa, el maíz se parece mucho al trigo, y de ahí que los procedimientos para separar el almidón de ambos cereales sean muy parecidos. Mas, así como el gluten del maíz no forma una masa tenaz como la del gluten del trigo, tampoco es necesario recurrir á la fermentación para disgregarle y hacerle soluble; por lo cual se podrán utilizar completamente los residuos en la alimentación de los ganados. La cantidad de almidón contenida en el maíz es mayor que la de trigo, pero los gránulos del primero son menores que los gránulos del segundo. Aquéllos son angulosos ó irregularmente redondeados; presentan un diámetro de 22 á 132 milésimas de milímetro, y muestran en el interior una cavidad, observados por supuesto en el campo del microscopio.

Para extraer el almidón se comienza por macerar los granos de maíz en agua durante veinte ó treinta horas; después se muelen, haciéndolos pasar entre dos cilindros, ó bajo una muela horizontal de piedra. La materia obtenida se lava luego entre cedazos cilíndricos, idénticos á los descritos al hablar del almidón de trigo, ó se trata por medio de aparatos equivalentes, separándose de esa manera el almidón de la envoltura del grano. El líquido amiláceo se pasa luego por planos inclina-

dos, en los cuales el almidón se va separando del gluten y de la celulosa, que son arrastrados por el agua, y que al igual de los demás residuos, son utilizables más tarde para alimentación de las reses domésticas. El almidón que se deposita sobre los planos inclinados no queda completamente limpio de materias azoadas, y en ese estado solamente se puede utilizar para almidonar telas ordinarias. Para purificarle por completo se habrá de tratar con lejía alcalina, la cual disuelve el gluten que aquél contiene, hecho lo cual, deberá lavarse repetidas veces sobre cedazos finos.

Para obtener una separación más completa del almidón y de las demás substancias que el maíz contiene, se ha aplicado en estos últimos tiempos con éxito favorable el ácido sulfúrico. He aquí cómo se procede: reblandecido el maíz con agua en un período de doce á cuarenta y ocho horas, según la temperatura del ambiente, se lavará después con agua pura, con objeto de privarle de las partículas extrañas que contenga, valiéndose del aparato indicado. Hecho esto, se muele el maíz entre tres pares de cilindros, de los cuales el primero, construído de hierro y acero acanalado, sirve para quebrantar las semillas; el segundo, cuyos cilindros son de hierro liso, para molerlas, y el tercero, de acero y granito, para completar la pulverización.

La materia así obtenida se recogerá en una gran cuba, en la cual se mezclará con agua acidulada mediante el ácido sulfúrico; se agitará la mezcla repetidas veces, y se dejará luego en reposo durante un plazo de seis á doce horas, durante el cual irán quedando completamente aislados los gránulos de almidón. Entonces es cuando se ha de proceder al aislamiento mecánico de éstos por medio de los cedazos cilíndricos, y á la purificación de los mismos en la forma descrita. Las más importantes fábricas de almidón de maíz se encuentran actualmente en los Estados Unidos y en Inglaterra, habiendo algunas en Francia, Hungría, Italia, Australia y Brasil. Ese almidón se ha adoptado para diferentes aplicaciones industriales y para la preparación de substancias alimenticias.

Modificaciones introducidas.—Aparte de las dificultades que ofrece la molienda del maíz por la especial constitución del grano, ha de lucharse para la obtención de un almidón de condiciones superiores con el inconveniente que presenta la particularidad de que las semillas contengan en su centro un germen aceitoso que embota las muelas ordinarias y comunica

sabor rancio á la harina. De ahí que, lavándola en la forma ordinaria para separar el gluten, resulte un almidón de mediana calidad, con bastante cantidad de gluten, agrisado y aceitoso, que no se fluidifica fácilmente y no se distribuye por igual en los tejidos, debilitando el efecto de los colores.

Hasta el presente no se ha logrado obtener de una manera completa la separación del germen aceitoso, y por lo mismo las harinas conservan señales de su existencia, que disminuyen notablemente el valor de ese producto en el mercado. Desde hace algún tiempo se viene considerando como el mejor agente para ablandar los granos, separar ese principio y blanquear la harina, el ácido sulfuroso, que en realidad no ha ofrecido los satisfactorios resultados prácticos que de él se esperaban. El Sr. Chiozza, que le adoptó en un principio y obtuvo en Francia privilegio de invención, hubo de abandonar posteriormente el intento de utilizarle para facilitar en Cerivignano (Italia) la molienda con piedras de molino, porque el procedimiento reclama el empleo de la estufa para la desecación de las harinas y tamizados repetidos que no impedían el engrase de las muelas; en cambio el ingeniero francés M. Camus modificó ese método ventajosamente, haciendo obrar sobre el mismo grano, en estado naciente, el ácido sulfuroso, en vez de emplearle como disolución, poniendo, digámoslo así, cada molécula de grano en contacto con cada molécula de ácido, y procediendo del siguiente modo:

Comienza por colocar el maíz en cubas de madera; agrega luego bisulfito de sosa ó bisulfito de cal en cantidades variables, según la rapidez con que se pretenda terminar la operación y según la temperatura. A la de 50° centígrados se necesitan 2 kilogramos de bisulfito de sosa cristalizado para cada 100 kilogramos de maíz, y la operación termina en el plazo de seis días. Cuando se practica la transformación á la temperatura ordinaria, el resultado apetecido no se obtiene hasta pasados ocho días por lo menos. A ser posible, debe procurarse que el líquido de las cubas se agite ascendiendo y descendiendo, lo que se podría conseguir calentando las cubas.

Gracias á la humedad, los granos se hinchan, absorben el bisulfito, y entonces se agregará ácido sulfúrico ó clorhídrico muy hidratado en cantidad igual á la del bisulfito. Ese ácido penetra por endosmosis en el interior de los henchidos granos, y no tarda en verificarse la reacción química, produciéndose el ácido sulfuroso en el interior del grano, el cual disgrega y

blanquea completamente la materia harinosa al tratar de salir, aisla el germen aceitoso y rompe las películas que constituyen el salvado. Terminada la reacción, se derramará el líquido y se lava el maíz con agua pura, para llevar los granos á la máquina trituradora, la cual los reduce á papilla fina, compuesta de harina, de salvado y de los gérmenes aceitosos.

La máquina de trituración puede consistir en un par de muelas ó cilindros: se emplea con bastante éxito el aparato especial de M. Camus, llamado *pulp-engine*, cuya vista repre-

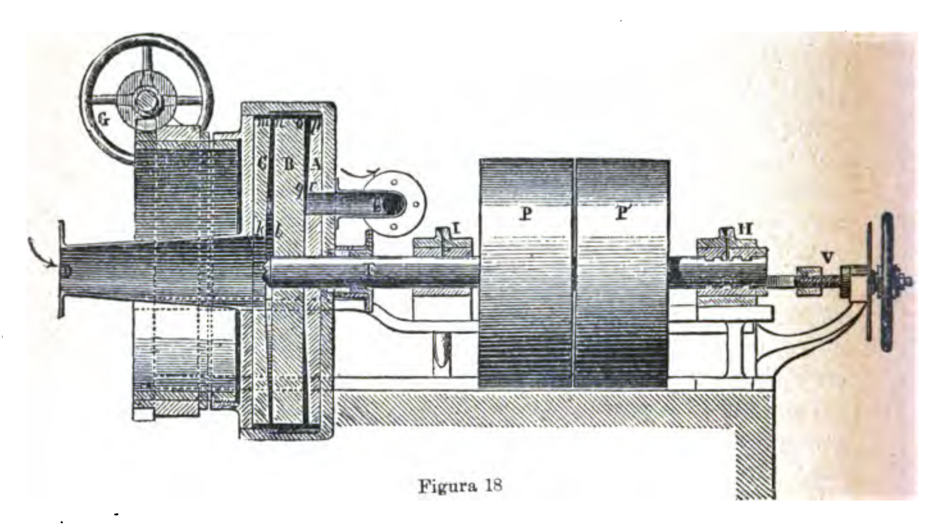


Figura 18

sentamos en la figura 18, el cual consta de una muela *B* de hierro fundido, de 80 milímetros de grueso, fija en un árbol horizontal que gira con velocidad de 300 vueltas por minuto: esta muela está encerrada en una caja también de hierro, cuyos fondos sostienen dos muelas fijas *A* y *C*: la *A* está fija al fondo, que puede accionarse por medio del volante *G* y su tornillo sin fin. El maíz entra en el aparato por el cono *D* al centro de la muela fija *C*, y se extiende á medida que se tritura entre ésta y la móvil *B*, arrastrado por la fuerza centrífuga hasta que franquea el espacio *m n* y es recogido entre las muelas *B* y *A* por el espacio *o p*, siendo cada vez más triturado hasta obtener un grado de finura que le permita llegar á *q r*, en cuyo caso se escapa por la salida para ir al tamiz convertido en harina; las muelas fijas y la móvil están talladas en sus caras en forma de dientes de sierra fina, con salientes que varían de 0 á 3 milímetros: todo el aparato se coloca en un espa-

cio de 2 metros de largo por 1,20 de ancho, y pesa 2.300 kilogramos.

Puede efectuarse la molienda del maíz en dos períodos, para lo cual el grano triturado por el aparato Camus se mezcla con diez veces su volumen de agua, y se pasa por dos pares de muelas ordinarias, de las que debe salir tan fina la harina que no se perciban entre los dedos granos de ningún tamaño, por pequeño que sea.

Otro aparato de molienda para el maíz es el molino cónico del sistema Uhland, que consiste en dos troncos de cono montados bajo una tolva como los cilindros laminadores; el grano cae sobre ellos y es arrastrado en el movimiento circular encontrado de los dos troncos de cono, por entre los cuales pasa triturándose la materia hasta reducirse á pasta fina; los troncos de cono suelen ser de hierro y mejor aún de porcelana.

Tamizando luego esa masa por un cedazo del número 50, se aislan los gérmenes y los salvados gruesos; con otro del número 150 se retiene el salvado fino, y la harina es trasladada á las tinas de decantación, y despojada luego de agua, se pondrá á secar inmediatamente en la estufa, conduciéndola antes, si se desea acelerar la operación, á filtros-prensas que la convierten en tortas, las cuales se vuelven en la estufa bastante quebradizas y susceptibles de ser desmenuzadas; de manera que se pueden pulverizar en un molino y tamizarlas luego para obtener una harina blanca y pura, que se entrega directamente á la panadería, según se practica en Charly. Mezclada esa harina con harina de trigo en la proporción de 20 por 100, se obtiene un pan blanco, perfectamente esponjado y que rivaliza ventajosamente con el candeal puro. Esa harina se puede emplear sola en las pastelerías y en diferentes preparaciones culinarias.

Del procedimiento descrito se obtienen 75 kilogramos de harina y 15 de salvado, excelente alimento éste para las reses domésticas. La harina que contiene el almidón y el gluten es designada generalmente en el comercio con el nombre de almidón de maíz. Para obtener éste, en realidad, ha de procederse á la separación del gluten.

En este caso, en vez de secar y pulverizar la masa contenida en la tina, habrá de mantenerse disuelta en el agua, ó más bien en suspensión, y se adicionará cierta cantidad de sosa ó de potasa cáustica, también en la proporción de uno á dos, con relación al bisulfito de sosa y al ácido clorhídrico ó sulfúrico, es decir, un kilogramo de sosa ó potasa cáustica, por cada dos

de las substancias mencionadas. Gracias á la acción disolvente de los álcalis sobre las substancias azoadas, se descompone la harina y el gluten se separa del almidón. Haciendo entonces pasar la masa líquida por planos inclinados, provistos de los rebordes consiguientes, va depositándose por sedimentación la materia amilácea como más pesada, y la disolución que contiene el gluten arrastra consigo las harinas segundas que no han sido descompuestas.

La disolución se hace pasar luego por un filtro-prensa, el cual retiene las harinas segundas, las cuales habrán de secarse, como se ha dicho. El agua cargada de gluten se recoge, conforme va saliendo del filtro, en un recipiente especial, y se aisla el gluten, saturando la disolución con sosa, pudiendo emplearse aquél por su pureza en la fabricación de pastas alimenticias y del pan destinado á los diabéticos. Mezclándole con determinada cantidad de harina de trigo, forma una pasta abundante en grumos, que se deseca después, se tritura y se emplea en la confección de sopas, conocidas en el comercio con el nombre de gluten granulado. También los droguistas, los estampadores de telas y los fabricantes de cola utilizan ese producto para diferentes usos.

Las harinas llamadas segundas se entregan á los cerveceros y destiladores bajo la forma de tortas, que, una vez secas, pulverizadas y cernidas, son empleadas también por los panaderos, mezcladas con harinas de trigo, no siendo necesario separarlas del gluten cuando con ellas haya de fabricarse pastas alimenticias, puesto que acrecientan el valor nutritivo de las preparaciones.

El almidón depositado sobre los planos inclinados se recoge y lava en una tina, provista de un agitador, de manera que el agua del lavado arrastra el gluten que había quedado interpuesto entre los granos del almidón, á más de arrastrar también las partículas negruzcas procedentes de los granos de maíz que se hallaban atacados por el carbón. El almidón que de esa manera se obtiene es muy puro, y fácilmente se dispone en agujas dentro del secador, pudiendo expenderse en agujas, en panes ó en polvo.

Almidón de arroz

El arroz, que tanta importancia alcanza como alimento en España, Italia, Portugal, Africa, Asia oriental, Oceanía y Bra-

sil, no obstante su pobreza en materias azoadas, es más rico en almidón que los restantes cereales, y adecuado, por consiguiente, para la preparación del producto que nos ocupa. La cantidad de almidón que el arroz contiene en estado seco varía de 70 á 75 por 100, y sin embargo, su separación es harto difícil si únicamente se emplean medios mecánicos, por hallarse sumamente adheridos los granos amiláceos á las células. Los reactivos químicos son los medios que habrán de utilizarse.

Jones, desde 1840, ha venido basando las operaciones de extracción en la acción de los álcalis cáusticos. Para conseguirlo coloca el arroz natural ó sin descascarillar en una cuba de cobre ó de hierro estañado, con una solución de potasa ó sosa cáustica que lleve de 280 á 287 gramos de álcali por hectolitro de agua, y teniendo cuidado que entren en la mezcla 5 litros del líquido alcalino por cada kilogramo de arroz. A las veinticuatro horas de hallarse en maceración éste, se decanta el líquido á otra cuba y se lava con agua fresca el arroz que ha quedado en el depósito. Una vez bien escurrido el arroz, se machaca entre cilindros, y por último se tamiza, á fin de que los cedazos retengan los salvados y cuerpos extraños.

El producto así obtenido se pone suavemente en maceración, empleando la solución alcalina en la proporción de 10 litros por cada kilogramo de arroz, y después de agitar la mezcla varias veces durante veinticuatro horas, se deja en reposo durante tres días, se decanta el líquido alcalino, que habrá disuelto el gluten, se trata el almidón con agua fresca, y al cabo de una hora de reposo se extrae por medio de un sifón el líquido, que contendrá casi toda la masa de almidón suspendida, y se pasa por un tamiz fino de seda, para depositarlo finalmente en un recipiente, donde se hallará ya en condiciones de ser depurado por los procedimientos descritos al tratar de la fécula y del almidón de trigo.

La solución alcalina del gluten puede también utilizarse; he aquí cómo: se neutraliza con ácido sulfúrico, y se decanta después de reposar durante doce horas; de esta suerte se obtiene una masa de gluten que, una vez lavado, seco y reducido á polvo, se aprovecha para alimentar el ganado.

El procedimiento Jones ha sufrido diferentes modificaciones de Ransford, Berger y otros. Así, por ejemplo, el arroz limpio de antemano se reduce á harina y es tratado directamente por el álcali; el líquido que sobrenada contiene el gluten en la pri-

mera operación. Otras veces se ha reemplazado el álcali cáustico por los carbonatos. El arroz limpio, puesto en maceración en el agua fría durante dos días, es tamizado, y el producto cremoso que resulta es tratado durante cincuenta ó sesenta horas por una disolución que contiene 5 kilogramos de carbonato de sosa por hectolitro. Una vez el gluten disuelto, se decanta, y se termina la operación por medio de lavados y tamizados.

Se puede extraer el almidón del arroz recurriendo á la fermentación de la materia, como se hace para el trigo. Al efecto se deja macerar el arroz por cinco ó seis días en el agua; se muele después y diluye la harina en agua, donde permanecerá hasta que el gluten fermente y se disuelva en el líquido. Este procedimiento es, empero, poco usado.

Por el procedimiento Colmann, el arroz remojado y reducido á papilla se diluye en cinco partes de agua que contienen 500 gramos de ácido clorhídrico por hectolitro. Al cabo de una maceración de cinco días, durante la cual se agita cada cuatro horas, se deja reposar diez y ocho horas y se decanta. El almidón que queda se trabaja de la misma manera, pero con un líquido menos ácido, que no contiene más que 125 gramos de ácido clorhídrico por hectolitro.

Le Maiche, en su fábrica de Foucang, muele previamente el arroz, lo diluye con agua y luego lo extrae, introduciendo la papilla dentro de la turbina, que da 1.000 vueltas por minuto. Siendo el almidón específicamente más pesado que la celulosa y el agua, es arrojado contra las paredes del aparato, en las cuales forma una capa sólida de una blancura nívea y de algunos centímetros de espesor, permaneciendo la celulosa y las materias azoadas suspendidas en el agua en medio de la turbina. Con un aparato de 70 centímetros de diámetro se obtienen 20 kilogramos de almidón de arroz común en diez minutos; luego se seca por los medios conocidos.

Observado al microscopio el almidón de arroz, se presenta en gránulos aislados y en gránulos aglomerados. Cada grano es de forma angulosa, y presenta una cavidad nucleal; su diámetro mide 0,0066 milímetros por término medio. En Inglaterra es preferido para los usos domésticos, por desleirse más íntimamente en el agua y adaptarse perfectamente á las telas finas. Con el nombre de *almidón gomado* expende el comercio almidón de harina de arroz procedente de Inglaterra, que ofrece la ventaja de comunicar á las telas planchadas un brillo marcadísimo, que no es dable obtener con otra clase de almidón.

Las mayores fábricas de almidón de arroz se hallan montadas en Inglaterra, Bélgica y Francia. En la primera se emplea el arroz procedente de la India, y la conocida fábrica de Colmann ocupa á 1.000 personas, y no solamente produce diversas clases de almidón blanco y coloreado, sino que facilita á muchas fábricas de papel el almidón que éstas emplean.

Los llamados *polvos de arroz*, empleados para conservar la blancura del cutis, se preparan fácilmente limpiando bien el arroz, macerándolo en agua, que habrá de renovarse todos los días, y á los quince estará aquél tan blando que se aplasta con facilidad suma. Hecho esto, se disuelve, se deslíe la masa en agua pura, se cuela el líquido lechoso que resulta por un tamiz ó paño fino, y el depósito que se forme en el agua colada se pondrá á secar sobre un paño. Cuando se halle la masa completamente seca, se mezcla con una reducidísima cantidad de sosa pulverizada, con lo cual resulta el producto de que tanto partido han venido sacando algunos industriales de París, gracias á las exigencias de la moda y á las indicaciones que á veces llena esta clase de polvos.

Almidón de centeno, cebada y avena

No se halla tan generalizada la extracción del almidón que contienen el centeno, la cebada y la avena; sin embargo, en algunos puntos acuden á estos cereales para obtener el producto que nos ocupa. A este fin, una vez molidos los granos y privados del salvado, se ponen á fermentar en agua á la temperatura de 15 á 18° centígrados, y terminada la fermentación á los catorce ó veinte días, se lava y hace pasar la materia por los cedazos ó tamices, y, por último, se somete á las mismas operaciones que el almidón de trigo reclama.

Los granos del almidón de cebada son lenticulares, de núcleo globular ó rayado y de 0,0264 milímetros de diámetro; los de centeno, semejantes á los anteriores, son más grandes; los de avena aparecen en grupos ó aislados; en el primer caso de figura prolongada y oval, y en el segundo de forma completamente esférica.

Almidón de legumbres

Las semillas de diferentes plantas leguminosas, especialmente las de judías, guisantes, lentejas y habas, se emplean

también en algunos puntos para la fabricación del almidón, y generalmente contienen de 45 á 55 partes de esta substancia por cada 100. Con este objeto se maceran durante unas treinta horas en agua ordinaria y se someten á la molienda entre dos cilindros acanalados, favoreciéndola por medio de un chorrito de agua. La pulpa pastosa se trasiega por una serie de cedazos cilíndricos que retienen las partes gruesas, mientras el líquido amiláceo escurre por planos inclinados ó mesas de depósito, en las que queda retenido el almidón blanco y más grueso; el que continúa en suspensión se deposita lentamente en grandes cubas ó recipientes. La parte sólida, separada del almidón, se hace escurrir sobre telas, y se puede distribuir en seguida, añadiéndola en cantidad conveniente á las raciones alimenticias de los animales, ó bien se la deseca para poderla conservar ó expedir lejos. Si se verifica la desecación con bastante rapidez para evitar la alteración pútrida, el producto molido, bajo la forma de gránulos ó de harina, formará uno de los alimentos más económicos para el hombre.

El almidón de habas y demás leguminosas contiene ordinariamente cierta cantidad de albúmina, que no es dable separar con disoluciones alcalinas sin atacar al mismo almidón. El almidón de legumbres produce tanto engrudo como el de castañas de la India, es decir, vez y media lo que el almidón de trigo; por otra parte, como el engrudo de habas retiene mayor cantidad de agua, es económico y deja más suave el lienzo preparado con él.

Los granos de almidón de judías, lentejas, guisantes, etc., son más ó menos ovales y ramiformes, y tienen generalmente una ranura central; su estratificación es concéntrica como la que los cereales dan, y el diámetro varía de 0,032 á 0,079 milímetros.

Almidón de castañas de Indias

El castaño de India *(Aesculus hippocastanum)* da un fruto que contiene un 28 por 100 de almidón, y que puede utilizarse para la obtención de esta substancia, por lo mismo que se desarrolla fácilmente aquél en los países templados, y sus frutos no tienen valor alguno. En Sajonia y en algunas localidades de Francia donde se ha desarrollado mucho esta fabricación, después de mondadas las castañas, se rallan ó se reducen á hari-

na por medio de una muela de piedra, y la pulpa resultante se lava con agua sobre un tamiz convenientemente dispuesto, con el objeto de retener los restos leñosos, siendo útil añadir un poco de sosa al agua del lavado. Para obtener 100 kilogramos de almidón se necesitan unos 250 de castañas.

El procedimiento más antiguo de extracción del almidón de castañas de Indias está basado en la fermentación; mezclada con agua en una tina la harina obtenida, se deja en el depósito el tiempo suficiente para que se desarrolle la fermentación ácida, y después se somete á iguales procedimientos que para las otras semillas de que hemos hablado.

Incolle y Deschamps recomiendan que para despojar á las castañas de su acritud y de su color verdoso se laven varias veces en agua que contenga de 5 á 10 por 100 de ácido clorhídrico, y se desmenucen después para someterlas á las operaciones necesarias, no sin tener en cuenta la conveniencia de lavar también el almidón con agua acidulada para que desaparezca totalmente el sabor amargo y el ligero tinte verdoso.

Hedenus propone otro procedimiento para preparar el almidón blanco y sin sabor con las castañas amargas: se echan éstas en agua hirviendo; se mondan y desmenuzan; se empasta la masa con agua que contenga una parte de sosa para cada 100 de harina, y se tratan mecánicamente, como tenemos explicado para la fécula de patatas. De esta manera se obtiene de 15 á 17 por 100 de almidón. Las pulpas que quedan se pueden tratar con agua acidulada por medio del ácido sulfúrico, y así se convierte el almidón que aún quedaba en ellas en glucosa, y se obtiene un 2 por 100 de esta substancia, tan útil para diversos fines.

Observaciones.—Como complemento de cuanto acabamos de consignar respecto de la fabricación almidonera, hemos de advertir que esa industria no siempre da en España los resultados que en otros países se obtienen, por muchas razones que expondremos sumariamente. En primer lugar, ha de tenerse en cuenta que en los libros solamente se pueden recoger y explanar consideraciones generales acerca de los procedimientos industriales, y que éstos han de modificarse según las diferencias de clima y estación, según la naturaleza de las aguas que se empleen, según la variedad del producto que haya de ser transformado, y sobre todo, según la índole y condiciones especiales de la primer materia con que se cuenta. Esas modificaciones solamente se pueden introducir á fuerza de observa-

ciones y ensayos, inteligentemente dirigidos, y cuando el fabricante se convenza de que, por muy perfeccionados que sean los mecanismos de que se sirva, éstos no hacen nunca la labor por sí solos, y exigen la dirección del hombre en cada momento. Precisamente por hallarse muy generalizada la opinión contraria, muchos especuladores sufren desengaños y no llegan á explicarse el hecho de que fábricas cuyo menaje y aparatos no son tan perfeccionados como el empleado por aquéllos, obtengan resultados excelentes y logren el favor de los consumidores, no siendo extraño observar que empleando mecanismos análogos é idénticas materias primeras, los productos de dos fabricantes sean muy diferentes por su calidad, y es que el uno carecerá de lo que llaman nuestros vecinos *tour de main* ó *savoir faire*, es decir, destreza, y el otro la poseerá en alto grado.

Para adquirirla se requiere ante todo un conocimiento exacto de las materias que hayan de transformarse, y de las máquinas y aparatos que se empleen, y sobre todo espíritu observador é investigador á la vez, es decir, tal afición á la industria que no solamente se adviertan las particularidades que puedan surgir, sino que también se busque la razón y causa de ellas, y por medio de ensayos se intente evitarlas si son desfavorables, ó provocarlas si son útiles. Para ello es necesario que directores, fabricantes y obreros posean conocimientos que generalmente no poseen en España, ó que los jefes no aplican, faltos de estímulo y remuneración para perfeccionar la industria á que se consagran. En todas las comarcas verdaderamente industriales, cuantos intervienen en la fabricación poseen por lo común conocimientos auxiliares de física, química, etc., que los ponen en condiciones de salvar cualquier dificultad que se presente, de variar las dosis de los ingredientes, de alargar ó acortar los períodos indispensables para obtener una reacción química, y de seguir distintos procedimientos cuando así lo exige el carácter especial de las primeras materias sometidas á la transformación fabril. Preciso es, pues, que los dedicados á una industria, máxime si es nueva en España, no se desalienten porque las máquinas, por perfeccionadas que sean, no hagan ellas solas el trabajo; que estudien bien las condiciones especiales en que montan la especulación para obtener resultados remuneradores, y sobre todo, que procuren siempre hallar salida para los desechos, los cuales en muchos casos constituyen la utilidad y provecho de los industriales, no fiándose nunca de los complicados aparatos que se anuncian con bombo y plati-

llos, como vulgarmente se dice, y que más complicados de día en día, muchos de ellos solamente sirven para que los constructores obtengan los rendimientos que buscan mediante insignificantes modificaciones, y estimulando constantemente á los industriales para que cambien de sistema y hagan desembolsos inútiles, cuando no ruinosos de todo punto.

Por hallarnos persuadidos de que tales anuncios y tales encomios, unidos á la falta de constancia y de espíritu de observación, desalientan á muchos que han intentado plantear nuevas industrias en nuestro país, nos guardamos generalmente de dar gran amplitud á la descripción de aparatos cuya complicación es harto embarazosa y costosa además, siendo así que las fábricas prósperas, á juzgar por las observaciones repetidas que hemos hecho, se distinguen siempre por la sencillez de sus mecanismos, por el cuidado con que se vigilan todas las operaciones y por el especial empeño en sacar todo el partido posible de las substancias que se obtienen de la fabricación, en atender á las exigencias del consumo y estudiar bien las condiciones en que se adquieren las primeras materias.

Esto no quiere decir en manera alguna que deje de haber, entre los aparatos modernos para la fabricación del almidón, algunos que ofrecen positivas ventajas sobre los artefactos rudimentarios que, por regla general, emplean las fábricas de nuestro país; pero esas ventajas, más bien que á las condiciones de un aparato determinado, se deben al conjunto del procedimiento de fabricación que, de agrícola que era antes, y sigue siéndolo en España, con muy pocas excepciones, ha pasado á constituir en otros países una grande industria, perdiendo por completo su carácter primitivo. Así se explica que los almidones extranjeros, y muy particularmente los ingleses y belgas, hagan una concurrencia ruinosa á los de producción nacional, que no compiten en precio, y menos todavía en calidad. Para cambiar esta situación es necesario emprender la fabricación *industrial* del almidón, que en realidad constituye hoy una industria completamente distinta de la antigua fabricación, con su material y procedimientos propios.

El trigo, el maíz, la patata y el arroz son las principales materias que explotan las grandes fábricas modernas, y todas ellas se producen en España en condiciones suficientemente favorables para poder intentar con éxito el establecimiento y aclimatación de tan importante industria en el país.

III

FABRICACIÓN DE LA DEXTRINA Y DE LA GLUCOSA

Fabricación de la dextrina

Generalidades.—La dextrina, llamada también gomalina, amilina, goma de Alsacia, etc., es una substancia de igual composición que el almidón, es decir, que es su isomérico; es soluble en el agua é insoluble en el alcohol, y desvía á la derecha el plano de polarización de la luz, lo que le ha valido el primer nombre. Al estado puro, la dextrina es incolora y semejante á la goma arábiga, pero generalmente se presenta colorada en amarillo. El yodo no la colora en azul, como sucede con el almidón, sino en rojo amaranto débil. Bajo la influencia de los ácidos débiles, la dextrina se transforma en azúcar de uva ó dextrosa.

La composición de la dextrina del comercio es extremadamente variable, según resulta de los siguientes análisis del señor Forster:

	1.º Dextrina primera de Langensalza	2.º Almidón tostado obscuro	3.º Dextrina parda	4.º Gomalina	5.º Dextrina vieja	6.º Almidón tostado claro
Dextrina	72,45	70,43	63,60	59,71	49,78	5,34
Azúcar	8,77	1,92	7,67	5,76	1,42	0,24
Substancias insolubles.	13,14	19,97	14,51	20,64	30,80	86,47
Agua	5,64	7,68	14,22	13,89	18,00	7,95
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Las aplicaciones de la dextrina son muy variadas; en vez de la goma arábiga y otras, sirve para la impresión de los tejidos,

para aprestar y espesar los mismos, para el encolado de las urdimbres, para barnizar los mapas y el papel, para encolar en frío; se la emplea para obtener tiras inamovibles en las fracturas, en la fabricación de panes de lujo, cerveza y vinos de frutos, en la preparación de una especie de emplasto inglés, etc.

Procedimientos principales de fabricación.—Para preparar la dextrina se emplea casi siempre la fécula de patatas y raras veces el almidón de trigo; porque la primera, sobre ser más barata, es mucho más pura que el último. Esta fabricación puede hacerse con arreglo á varios procedimientos que pueden reasumirse en los siguientes: 1.°, tostado lento de la fécula; 2.°, por la acción del ácido nítrico sobre la misma; 3.°, calentando á ésta con el ácido sulfúrico diluído; 4.°, tratándola por una infusión de malta.

Tostado lento.—Este procedimiento varía bastante, según los casos. Unas veces se extiende la materia amilácea sobre placas de palastro que se disponen paralelamente en una estufa de aire caliente; el calor se mantiene durante tres horas á la temperatura de 180° si se trata del almidón, y á la de 200° si se emplea la fécula. Otras veces se encierra la materia amilácea en un cilindro de cobre ó de fundición que penetra en un baño de aceite mantenido de 180 á 200°; y para hacer la operación más rápida, se hace funcionar en el interior del cilindro un agitador dispuesto según el eje. Otras veces se emplean hornos parecidos á los de cocer pan, y la materia amilácea se agita constantemente.

El almidón tostado es siempre más obscuro que la fécula. Esta última es más conocida en el comercio con los nombres de leiocomo y leiogoma.

Acción del ácido nítrico.—Este procedimiento, conocido también con el nombre de procedimiento Heuzé, consiste en lo siguiente: Se añaden á 1.000 kilogramos de fécula seca 300 de agua acidulada de antemano con 2 kilogramos de ácido nítrico de 36 á 40° Baumé. La pasta se pone á secar al aire libre; se rompe después con una pala; en seguida se extiende en capas de 3 á 4 centímetros sobre placas de palastro provistas de rebordes, dispuestas, como se ve en la figura 19, en una estufa de aire caliente, mantenida entre 110 á 120°. Al cabo de dos horas á dos y media, el ácido se ha evaporado y la materia no contiene más que una cantidad insignificante de fécula no transformada. Este procedimiento da la dextrina blanca, fécula soluble ó gomosa, dextrina Heuzé.

Reemplazando el ácido nítrico por el clorhídrico, se obtiene, según Girardin, un producto todavía más blanco, que se llama entonces gomalina.

También puede sustituirse el ácido nítrico por el sulfúrico, según ya hemos indicado.

Tratamiento con la malta.—Este procedimiento, que en realidad da un jarabe de dextrina, consiste en el tratamiento del almidón por la malta ó, por mejor decir, por su extracto ó dias-

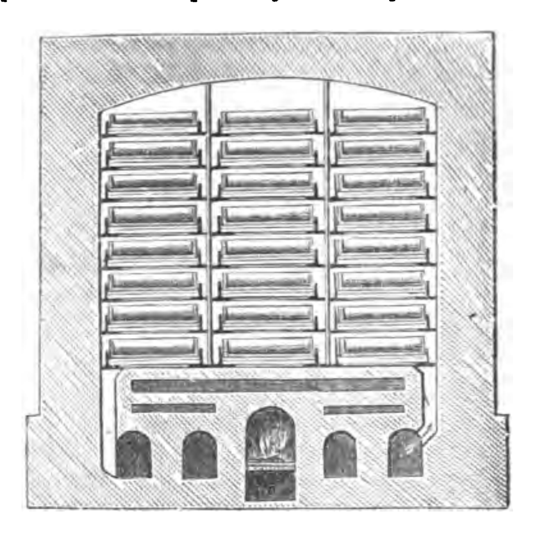


Figura 19

tasa. La aplicación general de este procedimiento, seguramente mucho más sencillo, presenta algunas dificultades en la práctica: una de ellas proviene de la gran cantidad de agua de disolución, que hace el transporte difícil; otra, que el empleo de la malta hace que no se pueda impedir que una parte del almidón se transforme en azúcar, y que, á consecuencia de éste, el jarabe de dextrina no puede conservarse bien.

Este procedimiento, en realidad, es el de fabricación de la glucosa por la malta, que veremos bien pronto.

Procedimiento Anthon.—El Sr. Anthon propone un nuevo procedimiento para la fabricación de la dextrina, que nos parece bastante racional, al menos á juzgar por su descripción, pues los resultados prácticos no los conocemos todavía.

Sabido es que hasta aquí sólo se empleaba la fécula para la obtención de ladextrina, y se perdía toda la materia amilácea

contenida en las fibras amilíferas de la patata, que constituye del 75 al 85 por 100 del peso de estas fibras. A fin de evitar esta pérdida se emplea ahora toda la patata, quitándola primero todas las materias solubles que contiene, haciéndola digerir con agua ligeramente alcalina, secándola luego y reduciéndola á polvo fino.

El almidón se acedifica, como de costumbre, por una adición de 5 á 10 por 100 de ácido hidrofluosilícico ó hidrofluobórico. Se le extiende sobre telas de lino en una estufa calentada á 38 ó 40°, donde se le abandona hasta que su peso no disminuya. Entonces se eleva la temperatura á 70 ó 75°, y se mantiene ésta mientras el almidón pierde de su peso; por último, se le conserva durante media hora á la temperatura de 90°.

El almidón, secado por completo, se coloca aún caliente en cajas de palastro, y se vuelve á calentar durante una hora ó dos á 100 ó 125°, después de cuyo tiempo se observa si la formación de la dextrina ha terminado, fundándose en que la dextrina enfriada y tratada por el agua fría, debe presentar al microscopio hermosos glóbulos vítreos y transparentes.

El aparato que se emplea se compone de una caldera cúbica, de chapa de hierro, que recibe el baño de agua fría y puede calentarse, en caso de necesidad, á 90 ó 125°. Colócanse en esta caldera pequeña tubos aplastados de hierro, cuyas dimensiones varían según las necesidades, pero que sólo tienen 25 milímetros de grueso y sirven para elevar la temperatura del almidón acidulado y seco de 100 á 125°, hasta que la formación de la dextrina sea completa.

Los tubos llenos se introducen en el baño de agua ó de sal, colocados á una distancia conveniente unos de otros. Cuando la operación ha terminado, se les separa, vacía y vuelve á cargar. Estos tubos pueden fijarse también en la caldera, y en este caso su fondo está inclinado hacia fuera y provisto de un pico de 25 milímetros de ancho, que atraviesa la pared de la caldera y sirve para vaciar el tubo. Este se llena por un cuello que sale fuera del baño.

FABRICACIÓN DE LA GLUCOSA

Generalidades.—La glucosa, que tiene por fórmula química $C^{12}H^{14}O^{14}(C^{12}H^{9}O^{9}+5HO)$, se diferencia, aparte de su composición, de los demás principios azucarados, por los caracteres siguientes:

1.° La propiedad de fermentar directamente en contacto con la levadura de cerveza, sin necesidad de transformación preliminar, como sucede al azúcar de caña ó prismático; 2.°, su instabilidad en presencia de los álcalis y de las tierras alcalinas, que la destruyen á 100° y también en frío; 3.°, la reducción que produce una disolución de tartrato cúprico-potásico, originando un precipitado amarillo ó rojizo de oxídulo de cobre.

La glucosa cristaliza en una disolución acuosa en forma de masas esféricas ó de granos opacos blancos; en el alcohol de 95°, da agujas finas, microscópicas, cilíndricas; es menos soluble en el agua que el azúcar prismático, pero se disuelve en todas proporciones en este líquido hirviendo, formando un jarabe que tiene sabor azucarado, pero que no puede ser estirado en hilos como el de azúcar de caña. Para comunicar á igual volumen de agua el mismo sabor dulce, son necesarias 2 1/2 veces más glucosa que azúcar prismático. A 120° la glucosa tiene por fórmula $C^{12}H^{12}O^{12}$; á 140°, pierde aún más agua y se transforma en caramelo.

En la naturaleza se encuentra la glucosa al lado del azúcar líquido no cristalizable—la levulosa ó chilariosa—en un gran número de frutos dulces, al lado también del azúcar prismático en la miel; y se obtiene en la industria por diferentes procedimientos, de los que expondremos los más principales.

He aquí, según Wagner, la cantidad media centesimal de glucosa que contienen diferentes clases de frutos:

Albérchigo	1,57	Ciruelas de Damasco	6,26
Albaricoque	1,80	Grosellas pintadas *(maquereau)*	7,15
Ciruelas	2,12	Peras encarnadas	7,45
Idem claudias	3,12	Idem diversas ... 8,02 á	10,08
Idem mirabel	3,58	Manzanas	8,37
Frambuesa	4,00	Cerezas agrias	8,77
Moras de zarza	4,44	Moras	9,19
Fresas	5,73	Cerezas dulces	10,79
Arándano	5,78	Uvas	14,93
Grosellas	6,10		

La composición de la glucosa, tal y como se encuentra en el comercio, es muy variable; sin embargo, la fabricación de este producto ha mejorado tanto que, mientras hace pocos años aún apenas si contenía aquélla 50 por 100 de glucosa pura, con 32,5 de materias extrañas y 17,5 de agua, en la actualidad se encuentra en un estado de pureza bastante grande. Véase si no

el resultado obtenido por el Sr. Gschwaendler en el análisis de algunas especies de glucosa del comercio:

	I	II	III	IV	V
Glucosa...............	67,5	64,0	67,2	75,8	62,2
Dextrina.............	9,0	17,4	9,1	9,0	8,8
Agua..................	19,5	11,5	20,0	13,1	24,6
Substancias extrañas...	4,0	7,1	3,7	2,1	4,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

La glucosa tiene grandes aplicaciones en la confitería, fabricación de licores, de pan de especias, etc. Se puede formar una idea de la importancia que este producto tiene ya en el día, sabiendo que sólo Alemania produce al año próximamente 12.500.000 kilogramos de jarabe de glucosa y 7.500.000 de azúcar de glucosa ó glucosa sólida.

Procedimientos de fabricación.—La glucosa se obtiene industrialmente de las uvas, y más especialmente, y casi podríamos decir casi exclusivamente, en el día, de la fécula; á pesar de esto, diremos algo sobre el procedimiento de fabricación de la glucosa con las uvas, porque puede tener algún interés en determinadas circunstancias. También se puede obtener la glucosa industrialmente de la madera, pero esto no podrá presentar ventajas, dado caso que las diera, sino combinando esta fabricación de la glucosa de la madera con la del papel de esta misma substancia ó con la del ácido oxálico, y destinando aquélla á la alcoholización, como veremos al tratar de esta última industria.

Glucosa de fécula

La fécula y la materia amilácea en general se convierte en azúcar glucosa por medio de la sacarificación, que puede verificarse industrialmente con los ácidos ó con la diastasa. La sacarificación con los ácidos, aunque todavía no está bastante bien estudiada, parece debida, sin embargo, á una hidratación de la materia amilácea provocada ó favorecida artificialmente por la acción disolvente que los expresados ácidos ejercen sobre aquélla, en cuya acción parece que no se pierde nada de ácido (1). En cuanto á la diastasa, no hay nadie que ignore sus

(1) He aquí la reacción cuando se emplea el ácido sulfúrico:

$$C^{12}H^9O^9,HO+SO^3,HO+10HO=C^{12}H^9O^9,5HO+SO^3,HO+6HO.$$

efectos sobre la materia amilácea de los granos en el acto de la germinación, en el que transforma á aquélla en glucosa. En esta reacción precisamente se funda la aplicación industrial á la transformación de la materia amilácea en glucosa, que ha dado origen á importantísimas fabricaciones que ya iremos conociendo.

De todos los ácidos empleados en la fabricación de la gluco-

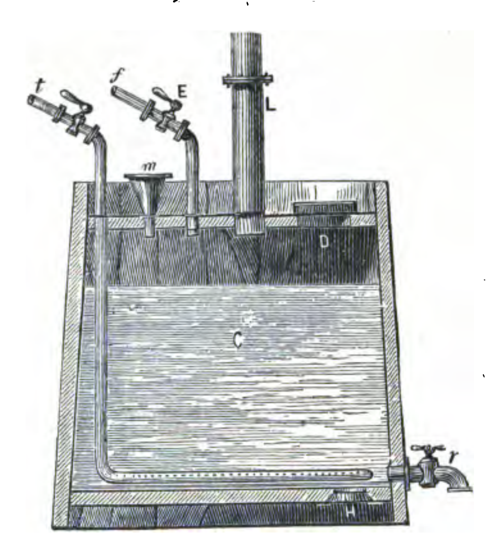


Figura 20

sa, y por razones que pronto diremos, el que más ventajas presenta es el sulfúrico.

Al efecto se empieza por sacarificar la fécula, haciéndola llegar poco á poco al agua acidulada é hirviendo. El recipiente donde se verifica la sacarificación, conocido generalmente con el nombre de convertidor, varía bastante, siendo el más empleado el que representa la figura 20, que no es otra cosa que una cuba *C* de madera, cuyas dovas tienen un espesor de 10 centímetros, forrada de plomo en su interior y cerrada por una tapa que debe ser muy resistente. La puerta de descarga *H* sirve para limpiar la cuba.

Para verificar la sacarificación, se empieza por introducir en la cuba, por la llave *E* del tubo *f*, cierta cantidad de agua (30 hectolitros por 1.000 kilogramos de fécula á tratar), y se añaden, agitando el líquido por cualquiera de los medios conocidos,

de 20 á 25 kilogramos de ácido sulfúrico de 60° por el embudo *m;* se abre la llave *t* para la introducción del vapor de agua para calentar la masa en el tubo de plomo, cuya parte inferior está llena de agujeros; y mientras se calienta el líquido, se diluye la fécula en una cantidad de agua igual á la suya; aunque la temperatura del líquido de la cuba llegue á 100°, se echa poco á poco, por fracciones de 20 litros, la papilla feculenta por la puerta *D*, que también sirve para limpiar el aparato; otras veces se suele cargar por el embudo *m;* la ebullición se mantiene siempre, y en cuanto se ha añadido toda la fécula, tendremos dentro de la cuba 40 hectolitros de agua, 25 kilogramos de ácido y 1.000 de fécula. La operación termina ordinariamente á los tres cuartos de hora de haber añadido la última fracción de fécula; pero es bueno averiguar si efectivamente toda ésta ha sido transformada en glucosa, para lo cual creemos preferente á todos el siguiente ensayo: se toma para una parte del líquido de la cuba, seis de alcohol absoluto; y si toda la fécula ha sido transformada en glucosa, no debe producirse precipitado alguno, y sí solamente un pequeño enturbiamiento (1). La glucosa se extrae de la cuba por la llave *r*.

El Sr. Wagner aconseja que, cuando se quiera obtener la glucosa en forma de azúcar, en vez de la de jarabe, se duplique la cantidad de ácido empleada para abreviar la duración de la ebullición. Todavía se podrá obtener en un tiempo más corto la ebullición, añadiendo al ácido sulfúrico una pequeña cantidad de ácido nítrico.

En el procedimiento de sacarificación que hemos descrito hay siempre una pérdida sensible de materia amilácea, que no se transforma en materia gomosa, cuya cantidad hacen llegar algunos químicos á 20 ó 25 por 100. Este inconveniente, unido á otros que presenta el procedimiento descrito, no obstante ser el más empleado, ha hecho pensar en otros más ventajosos, siendo el mejor de todos estos, en nuestra opinión, el que consiste en producir la sacarificación de la fécula á altas temperaturas, de las que la más baja no es menos de 136°, siendo la preferente la de 160°, porque además de que acelera la operación, y por su medio se obtiene en totalidad la transformación

(1) Algunos autores, entre ellos Basset, aconsejan que se haga este ensayo con el iodo, siendo señal de la completa sacarificación el no colorarse el líquido sacarino en azul; pero esto no es exacto, porque la materia amilácea se convierte en glucosa, pasando antes por dextrina, que tampoco se colora en azul con el iodo.



de la goma en glucosa, se consigue la evaporación del aceite esencial y cuerpos empireumáticos que pudiera contener la fécula. Para verificar la sacarificación por este nuevo procedimiento, se emplea como recipiente convertidor, en vez de la cuba antes descrita, una caldera parecida á las de vapor á alta presión, forrada de plomo interiormente, que lleva en su exterior una cubierta que deja entre ella y la caldera un espacio de 10 centímetros, que se llena de ceniza ó cualquier otra substancia aisladora, para evitar las pérdidas de calor; está provista además de un tubo de plomo que penetra en su interior y está lleno de agujeros para el calentamiento de la masa líquida por medio del vapor de agua; en su parte superior lleva un tubo con su correspondiente llave para la introducción de la papilla de fécula, y por último, tiene un tubo de sangría en el fondo y otro de desprendimiento de vapores en su parte superior.

La marcha de la operación con este aparato es muy sencilla y análoga á la de la cuba antes descrita. Se echan en la caldera 25 kilogramos de ácido sulfúrico diluído en 25 hectolitros de agua, y se eleva la mezcla á la temperatura de 100°; mientras esto sucede, se forma aparte y en vasija abierta la papilla con otros 25 kilogramos de ácido diluídos en 25 hectolitros de agua, cuyo líquido se calienta por medio de un tubo de vapor á 30°, en cuyo momento se añaden poco á poco y agitando 1.000 kilogramos de fécula, calentando hasta 48° durante todo el tiempo; la papilla así formada es la que se añade á la primera caldera ó convertidor poco á poco y manteniendo la ebullición. El término de la sacarificación se conocerá como en el caso anterior.

De cualquier modo que la sacarificación se haga, es preciso, una vez terminada, neutralizar el ácido sulfúrico, que es, sin ningún género de duda, la operación más importante en la fabricación que nos ocupa. Esta neutralización se verifica por medio de la barita ó de la cal, que ambas forman con aquel ácido sulfatos insolubles que se depositarán en el fondo de las vasijas en que se opere, de modo que podrá obtenerse el líquido sacarino neutro y claro por decantación, transcurrido cierto tiempo de reposo; siempre que las circunstancias locales lo permitan, deberá emplearse la barita, bien sea de carbonato natural ó artificial; pero como esto sucede pocas veces, es casi siempre empleada la cal al estado de lechada alcalina ó de carbonato.

La neutralización puede verificarse en la vasija de sacarificación ó en otra, siendo preferente lo primero; todavía en ebulli-

ción el líquido sacarino, se le va añadiendo la cal en lechada ó el carbonato por la boca *D*, agitando sin parar, y cuando se emplea este último, será indicio de que la neutralización está casi hecha el que no se desprenda más ácido carbónico, que produce una efervescencia en el líquido sacarino. Generalmente se aconseja como procedimiento para saber si la neutralización es completa, el reactivo de papel azul de tornasol que, como es sabido, tiene la propiedad de ser enrojecido por los ácidos; pero este medio, por razones que no son del caso, no es bastante eficaz, siéndolo mucho más la tintura de tornasol. A pesar de todo, lo mejor que puede hacerse es añadir todavía 250 á 500 gramos de carbonato de barita al líquido sacarino por cada 10 kilogramos de ácido sulfúrico empleado, después que el papel azul de tornasol no indique reacción ácida.

Después de la neutralización, se procede á la evaporación ó concentración del siguiente modo: así que el líquido sacarino ha quedado transparente por haberse depositado el sulfato insoluble, lo cual suele suceder á las diez ó doce horas de reposo, se decanta la parte clara á un depósito especial y se lava el precipitado, añadiendo á la primera las aguas de loción. En tal estado, la disolución de glucosa marca unos 15° B., y debe ser concentrada hasta consistencia de jarabe. Con el objeto de aprovechar el calor que llevan consigo los vapores que se desprenden de la cuba de sacarificación por el tubo *L* de la figura 20, este tubo se prolonga hasta el aparato de concentración y circula el vapor por el serpentín encerrado en una caja que tiene una chimenea por la que se escapan los vapores desprendidos de la evaporación, no sin atravesar antes por una caja de lavado donde quedan retenidos los productos volátiles condensables, con el objeto de disminuir el mal olor y causa de infición para la vecindad. El depósito que alimenta la caja evaporatoria se llena por medio de una bomba ó monta-jugos de la disolución trasegada ó decantada de glucosa; esta alimentación se gradúa por medio de una llave que deja correr el líquido á una canal, de donde cae en forma de lluvia, por los agujeros que contiene la misma, en la caja evaporatoria; saliendo de esta caja ya más concentrado, cae el líquido en otro depósito que á su vez alimenta la caldera (figura 21), donde el líquido sacarino adquiere la graduación deseada. La alimentación de esta caldera se gradúa por medio de una llave, y su calentamiento por medio del vapor de agua que entra en un serpentín convenientemente dispuesto por el tubo *a* y se regula en *g*. En

esta caldera adquiere el líquido sacarino la concentración de 30° B., en cuyo estado se le envía á unas cajas donde reposa y deposita todavía cierta cantidad de sulfato de cal; se le filtra después en frío, á través del negro animal, y se le embarrila si es que se le desea obtener en forma de jarabe de fécula.

Cuando se quiera obtener la glucosa sólida, se lleva la concentración del líquido sacarino hasta 40° B.; se le pasa en seguida á los enfriadores ó refrigerantes, donde se le deja hasta que empiecen á manifestarse las señales de cristalización, en cuyo caso se le introduce en barriles, donde acaba de adquirir la forma sólida.

La preparación de la glucosa granulada está fundada en los

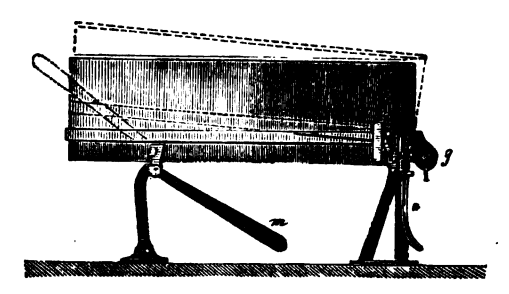


Figura 21

mismos principios. Después de la filtración á través del negro animal, se lleva la concentración del jarabe hasta 32 ó 33° B.; se pasa en seguida á depósitos enfriados exteriormente, para que se depositen las sales insolubles; transcurridas unas treinta horas, se decanta la parte clara, que tiene 15 á 18° de temperatura, y se la pone á cristalizar en barriles abiertos por su fondo y que tienen el otro lleno de agujeros, tapados con espitas ó clavijas de madera; se echa encima del jarabe una capa de ácido sulfuroso para impedir la fermentación, y al cabo de unos diez días el azúcar granulado empieza á depositarse, y cuando la solidificación llega á los dos tercios ó tres cuartos de la masa, se abren las espitas ó clavijas del fondo para que escurra por los agujeros la parte líquida, que se vuelve á la cuba *C* de la figura 20, antes de la neutralización del ácido sulfúrico. El azúcar granulado que queda en el barril se lleva á desecar en una estufa con una corriente de aire de 25°, colocándolo sobre superficies de yeso para que absorban una parte del jarabe interpuesto; las pequeñas masas de granos aglomerados

se separan por medio de una criba ó zarzo, y se trituran después entre cilindros, pudiéndose comprimir el polvo en forma de panes.

Es indudable que la purga de la glucosa granulada es susceptible de mejoras importantes, verificándola, por ejemplo, por medio de agentes susceptibles de disolver la dextrina sin que tengan acción sensible sobre la glucosa, ó por medio de la turbina, en cuyo caso la desecación será más fácil y pronta.

El empleo del ácido clorhídrico en la fabricación de la glucosa presenta el inconveniente de que en el momento de la neutralización por la cal, se forma cloruro de calcio, que es un cuerpo soluble, y que por lo tanto subsistirá en el jarabe de glucosa.

La diastasa se puede también emplear en la fabricación de la glucosa por medio de la fécula. Al efecto, se emplea una cuba de madera, dentro de la cual, y formando baño-maría, se coloca una caldera de metal; la cuba contiene agua que se puede calentar por medio del vapor; en la caldera se introduce agua que ocupe hasta los 2/3 del volumen de la misma, elevando en seguida la temperatura á 70° por medio del vapor introducido en el agua de la cuba; en tal estado, se echa poco á poco la fécula diluída en su peso de agua, añadiendo, por último, la disolución de diastasa ó de cebada germinada, agitando cuidadosamente y procurando á todo trance que en ningún caso exceda la temperatura de los 70° indicados. El final de la operación se conoce por medio del iodo como antes.

El jarabe obtenido de este modo se filtra, y se le somete después á las mismas operaciones que antes hemos detallado.

Este procedimiento, que es de gran importancia en las industrias de la alcoholización, la tiene muy pequeña en la de la glucosa.

Glucosa de uvas

El mosto de uva contiene, entre otros principios que no interesa conocer en este momento, una mezcla de azúcar de frutos ácidos ($C^{12} H^{12} O^{12}$) y azúcar de fécula ó glucosa, cierta cantidad de ácidos, y un cuerpo especial llamado fermento; esta composición, como se ve, reúne las condiciones más favorables para la fermentación ó transformación de aquellos principios azucarados en alcohol, ácido carbónico, etc. La extracción, por

lo tanto, de la glucosa, no deja de presentar sus dificultades. Los cristales que se presentan en la película de las uvas muy maduras, y especialmente en las pasas, no son otra cosa que glucosa.

Cuando se trabaja bien, 1.000 partes ponderales de buenas uvas dan, por término medio, 800 partes de mosto, con las que se pueden obtener 200 de jarabe de 33° B., susceptibles de suministrar después 60 de glucosa pura y 140 de glucosa bruta.

Para preparar esta glucosa aconseja el Sr. Wagner el siguiente procedimiento: Se azufra el jugo de las uvas blancas para que se conserve más tiempo y pueda clarificarse por el reposo; conseguido esto, se calienta dicho mosto á una temperatura suave, en una caldera, mezclándole mármol ó creta ó carbonato de barita, con el objeto de neutralizar una parte del ácido tártrico; en seguida se calienta á la ebullición y se deja reposar durante veinticuatro horas, para que se depositen las sales calizas. Después se clarifica el mosto con sangre de buey (para 100 litros de mosto se toman 2 á 3 litros de sangre), se espuma y evapora hasta 26° B. Después de haber abandonado el mosto á sí mismo durante cierto tiempo en los toneles, se le separa por decantación de las impurezas que se han depositado; se hace cocer hasta 34° B., y se obtiene de este modo un jarabe que puede servir para la mayoría de los usos á que se destina la glucosa. Si quiere prepararse la glucosa sólida, se vierte el jarabe, todavía más concentrado, en los cristalizadores, donde, al cabo de tres ó cuatro semanas, se depositan cristales pequeños, que se separan del azúcar incristalizable; con este objeto se les introduce en forma de panes de azúcar, para lavarlos con una disolución de glucosa pura, y se separa toda la levulosa, ó bien se les trata en las turbinas ó hidro-extractores.

IV

PASTAS PARA SOPA

Sémolas

Preparación del gluten para la alimentación.—El gluten, como ya hemos dicho, es una substancia rica en nitrógeno, y su valor nutritivo está al nivel de la albúmina, caseína y fibrina. Los fabricantes de almidón de trigo tienen, por lo tanto, un beneficio separando el gluten bajo una forma que permita conservarle y utilizarle para la alimentación.

Esta materia se presenta generalmente bajo la forma de harina de gluten, y para prepararla se mezcla el gluten obtenido de la preparación del almidón, ya con harina de patatas ó con una pequeña cantidad de almidón de cualquier clase: el empleo de la primera es muy recomendable, porque comunica al gluten la ductilidad necesaria para darle formas diversas. Como esta operación exige una mezcla muy íntima entre el gluten y la harina, se emplea para la preparación un mecanismo laminador formado por una serie de cilindros muy pulimentados superpuestos, haciendo pasar primero la mezcla de gluten y harina entre un par de cilindros algo separados, de los que sale en forma de galleta, pasando después á otros, cada vez más juntos, hasta obtener cintas del grueso del papel, las cuales se doblan y amasan, volviendo á pasarlas por los cilindros hasta formar una masa homogénea.

Los repetidos lavados que ha sufrido el gluten en la preparación, le han quitado parte de las sales nutritivas que le acompañan, por lo cual es conveniente agregar á la masa algunas milésimas de sal común y de fosfato de sosa.

La masa preparada como hemos dicho, se introduce en una bomba ó cilindro de la forma que explicaremos al hablar de los fideos y otras pastas, de las cuales sale en hilos ó cintas que se

dejan secar ó se granulan para darle forma de *perlas de gluten*, muy usadas en la alimentación.

Los primeros que utilizaron esta preciosa propiedad del gluten fueron los Sres. Veron hermanos, de Poitiers, y Martín, de Grenelle, porque por sus procedimientos de fabricación de almidón de harina, puramente mecánicos, se obtiene, como ya sabemos, una gran cantidad de aquella substancia nutritiva que, de no aprovecharse en la forma de gluten granulado ó de no ser empleada inmediatamente, cosa que no siempre es posible, se perdería bien pronto, lo cual sería un grave obstáculo para que hubiera progresado la industria almidonera por el procedimiento de separación del gluten.

Dichos señores mezclan el gluten en estado fresco, ó recién preparado, dividiéndolo á la mano por pequeñas tiras, con dos veces su peso de harina. En seguida se granula este gluten en un cilindro provisto interiormente de clavijas de hierro, y en el que gira un agitador concéntrico formado de travesaños que llevan cuatro brazos provistos de clavijas semejantes, y animado de un movimiento de rotación de 50 vueltas por minuto. El cilindro gira con igual velocidad, pero en sentido contrario.

Los gránulos, más ó menos prolongados, así obtenidos, se secan á la estufa, y pasan por unos tamices de tela metálica de varios números, con el objeto de obtener granos de diferentes gruesos y que presenten, para cada número, granos de volumen igual próximamente.

El gluten granulado, cuando ha sido preparado con todo el cuidado necesario, es evidentemente superior á las diferentes pastas ordinarias de Italia; en efecto, conteniendo más gluten, es más nutritivo, dotado de un sabor más agradable, y conserva mejor la forma granular en la cocción. Habiéndose operado la mezcla, así como la desecación, á baja temperatura, adquiere este producto, en un líquido hirviendo, una hidratación rápida, sin necesidad de sostener la ebullición más tiempo de 4 á 5 minutos, lo que presenta la ventaja de prevenir la alteración del gusto de las sopas, como se verificaría esto por una cocción prolongada de 30 á 40 minutos.

El gluten granulado es un alimento precioso en los viajes, para las tropas de mar y tierra, porque se conserva perfectamente en vasijas cerradas y secas, y presenta, á volumen y peso iguales, mayor cantidad de substancia nutritiva que las harinas y las galletas de embarque.

Alcuzcuz.—En la Argelia, los árabes han resuelto el proble-

ma de extraer económicamente del trigo la mayor parte de la substancia nutritiva bajo una forma usual, la más conveniente para las provisiones de viaje, á la que dan el nombre de *alcuzcuz*, que se obtiene del modo siguiente:

El trigo duro se moja completamente, se pone después al sol en montón y recubierto de telas muy húmedas. Al cabo de algunas horas, el grano, estando bien hinchado, y sin esperar á que empiece la germinación, se extiende en capa delgada al sol, sobre telas ó sobre una superficie apisonada. Compréndese que las variaciones de volumen, de humedad y de sequedad, han destruído la mayor parte de las adherencias entre el endocarpo y el perispermo, y deben facilitar la extracción de éste.

Estando bastante avanzada la desecación, se pasa el grano entre dos muelas ligeras de caliza dura, donde se rompen solamente los granos en fragmentos del tamaño del mijo.

Esta especie de sémola bruta se expone al sol, y entonces basta cribarla para eliminar las películas desprendidas y más ligeras. Estas películas representan en peso solamente 5 ó 6 por 100 del grano; aquí se limita la pérdida, mientras que el salvado extraído del trigo por los diferentes sistemas de molienda de harina blanca, forma próximamente 25 por 100 del peso del grano, y arrastra con el endocarpo una parte del perispermo.

Cuando la sémola cribada ó aechada, ó alcuzcuz, está bien seca, se envasa en pieles de carnero ó cabra, y se le transporta ó se le conserva indefinidamente en seco, bajo la tienda.

Con la harina usual se prepara otra clase de alcuzcuz: se rocía con una escobilla el agua sobre esta harina, renovando las superficies expuestas á este rociado; cuando de este modo se ha aglomerado la substancia harinosa en granos redondos, se la hace secar al sol, después se elimina por medio de un tamizado el exceso de harina no aglomerado; ésta se emplea ulteriormente para una preparación semejante.

El alcuzcuz no es muy agradable al paladar, pero es sumamente nutritivo.

Sémola propiamente dicha.—Las buenas sémolas de trigo duro se obtienen muy puras, reduciendo á fragmentos más ó menos grandes, por medio de la molienda alta ó redonda, que ya conocemos con el nombre de *molienda de sémolas*, dicho trigo; estos fragmentos ó sémola quedan enteramente desprovistos de salvado, haciéndolos pasar sucesivamente por varios sasores, cribas, tamices, cernederas ó clasificadoras. Con las sémolas semifinas, producto del molinero semolero, y del modo

particular de molienda indicado, se hacen las sopas nutritivas y digestivas. Las sémolas comunes se hacen con trigo semiduro y tierno.

Entre las pastas para sopa circulan en el comercio unos productos coloniales designados con el nombre de arrow-root, sagú y tapioca, que vamos á reseñar ligeramente, y que no son realmente otra cosa que féculas de determinadas plantas.

El *arrow-root* es una variedad de fécula extraída de las raíces de un género de plantas *marantáceas*, cuyo tipo principal es el *Maranta arundica* ó *indica*, que vegeta en las Indias orientales Jamaica y Brasil. El procedimiento de extracción, con ligeras variantes, es muy semejante en todos estos puntos, y está reducido á recoger las raíces y someterlas á un primer lavado para quitarles la tierra y cuerpos extraños; las recién lavadas se someten á un triturado con intermedio del agua, en la cual se diluye la fécula que pasa á través de una serie de tamices que la separan de la parte fibrosa, dejándola después escurrir y sometiéndola á un lavado en recipientes cubiertos, de los cuales se saca después de sedimentada á secaderos, hasta obtener un polvo blanco granulento que se expide empaquetado al comercio.

El *sagú* ocupa, como artículo de consumo, un lugar preferente en el comercio, y se distinguen tres variedades principales. Su explotación más importante se efectúa en Borneo y Ceylan, y á diferencia del producto anterior, no se extrae de las raíces, sino de la médula de la caña ó tronco de ciertas palmeras de la especie *Sagus farinifera*, cuyo tronco alcanza una altura de 5 á 9 metros, y cuya corteza recubre una médula amilácea muy abundante, que se recoge antes del florecimiento de la planta.

Para la recolección se corta el tronco junto á la raíz, y se divide en rajas longitudinalmente, á fin de póner la médula al descubierto para recogerla con paletas de madera dura y colocarla en artesas; un mediano árbol muestra 400 kilogramos de médula; esta materia se tritura y lava, tamizándola después por telas ó cedazos que retienen la parte leñosa. El líquido tamizado deposita una pasta blanca harinosa, que se somete á meros lavados, y se prensa, por último, entre telas hechas con fibra de coco; la pasta obtenida se desmenuza y calienta en calderas de cobre, en las que se agita sin cesar para que no se queme, hasta adquirir cierto aspecto vítreo con el cual se presenta en el comercio.

La *tapioca* ó fécula de Cazave tiene una gran analogía con el sagú, tanto por su composición, como en sus empleos; sus granos, sin embargo, son más angulosos y opacos, soldados unos á otros. El país originario de la tapioca es el Brasil, en donde se extrae de la raíz del manive por procedimientos análogos á los del sagú; las raíces de manive, que tienen una longitud de 30 á 60 centímetros, se reducen á pulpa por medio de un rallo, y se someten después á una serie de lavados y tamizados, siguiendo alguno de los procedimientos que hemos descrito. La fécula verde se granula sobre tamices especiales, y se la calienta en unas cápsulas planas metálicas; el almidón se reduce parcialmente á dextrina, que, recubriendo los granos, les comunica la apariencia vítrea que tiene la tapioca del Brasil.

Sagú y tapioca artificiales.—Es digna de fijar nuestra atención la preparación del sagú y la tapioca por medio de la fécula de patata. Después de varios ensayos, se ha llegado á obtener productos tan semejantes á los dichos, que son muy difíciles de distinguir estas imitaciones, siendo además sus cualidades. gusto y propiedades, idénticas á las de los productos exóticos. Todas las féculas, sea la que quiera su procedencia, tienen idéntica composición química, por cuya razón estas imitaciones no perturban la alimentación y sólo tienden á desarrollar la industria de productos indígenas.

La fabricación consiste principalmente en producir con la fécula preparada de antemano, perlas de varios gruesos, de 1 á 4 milímetros, término medio, semejantes á las de la tapioca del comercio. Estas perlas se someten á una temperatura suficiente dentro de hornos, hasta que se forme un principio de transformación en dextrina que las baña exteriormente, dándolas el aspecto de la tapioca de las colonias. Después de un tamizado y un abrillantado hecho con cuidado, se da al producto la coloración que se desee por medio de un agente colorante vegetal inofensivo.

Pasta de Italia

Preparación de la masa.—Las pastas alimenticias llamadas de Italia se fabrican con harinas de trigos duros y semiduros que, como ya sabemos, son más ricos en gluten que todos los otros; por este motivo aquellas pastas están dotadas de gran potencia nutritiva. Todas estas pastas se obtienen de la misma

manera, aunque exigiendo á veces alguna insignificante modificación.

Las principales pastas son los fideos, macarrones y cintas, siguiendo después las pequeñas pastas, como son las estrellitas, cruz de Malta, pepita de melón, ojo de perdiz, etc., cuyos nombres se fundan en la forma misma que tienen.

Hemos dicho que se emplea la harina de primera calidad de grano duro, pero pueden también emplearse las medianas, mezcladas con gluten, obteniéndose en este caso pastas tan buenas como las que resultan en el primero.

Para hacer la pasta con harina procedente del trigo duro, se emplean:

Harina....................	34 kilogramos
Agua......................	12,5 —

Esta pasta, fuertemente amasada, da 30 kilogramos de pastas secas.

Para preparar la pasta con adición de gluten, he aquí las proporciones:

Harina ordinaria...........	30 kilogramos
Gluten fresco...............	10 —
Agua......................	7 —

Esta mezcla representa también 30 kilogramos de pastas secas, más nutritivas que las obtenidas con la mezcla anterior, y capaz también de resistir mucho mejor la cocción.

A veces, con el objeto de obtener pastas muy blancas y económicamente, se emplea la siguiente mezcla:

Harina ordinaria...........	20 kilogramos
Fécula.....................	12 —
Agua......................	4 —

El producto que se obtiene es menos nutritivo, y presenta además el inconveniente de deshacerse durante la cocción.

También aconsejan algunos, con el mismo fin que en el caso anterior, la siguiente mezcla:

Harina de arroz............	100 kilogramos
Gluten fresco...............	50 —
Agua......................	10 —

En estas proporciones puede reemplazarse una parte cualquiera por otra de pasta ordinaria.

Esta mezcla no deja de presentar algún interés para el caso de que haya gran carestía de trigo.

Nosotros aconsejamos que, siempre que sea posible, se haga la mezcla de harina de primera de trigo duro con gluten fresco, por ser la que da mejores pastas en todos conceptos.

Para satisfacer las exigencias de ciertos consumidores, se colora una parte de estas pastas en amarillo por medio de una decocción de 50 gramos de cúrcuma en polvo ó, para las pastas más finas, de 10 gramos de azafrán, igualmente pulverizado; la decocción se hace con el agua destinada á una prensada de 36 kilogramos de harina, no separando la parte no disuelta.

Aun cuando la experiencia haya demostrado que, término medio, pueden emplearse para 25 kilogramos de sémola ó de su harina 6 kilogramos de agua lo más potable posible, este dato no debe aceptarse como fijo, pues hay indudablemente unas sémolas y harinas más ávidas de humedad que otras, siendo éstas tanto mejores cuanto menos agua necesitan; bastará solamente impedir que no se formen grumos, y cuando se las amasa, será mucho mejor añadir sémola. De todos modos, cuanto más humedad tengan las pastas, más costarán de secar.

Cualquiera que sea la mezcla empleada, se amasa siempre con el agua caliente; trabajo que en las pequeñas fábricas se verifica generalmente á mano, pero que es más conveniente hacerlo mecánicamente por cuestión de economía de tiempo y dinero, y por ser el amasado más perfecto. La pasta que resulta debe ser siempre muy dura.

Para el amasado á mano he aquí lo que se hace más generalmente: después de hecho una especie de amasijo por el operario, al agua caliente y con fuerza y prontitud en una artesa, se amontona la masa delante de ésta, se cubre con un lienzo limpio, y subiendo el amasador encima, la pisotea fuertemente durante dos ó tres minutos. Después de esto, el mismo operario brega la pasta unas dos horas por medio del *bregón*, que no es otra cosa que un pedazo de madera de 2,5 á 3 metros de largo, más grueso de una punta que de la otra, y que tiene en este extremo un agujero que recibe un espigón redondo de hierro fijado en la mesa, y alrededor del cual se mueve. El operario está medio sentado sobre el otro extremo del bregón, el que sostiene con la mano derecha, mientras golpea con el pie izquierdo en tierra para elevarse con el bregón y darle el movimiento, teniendo la mano izquierda en el aire. El operario continúa esta operación hasta que la pasta esté suficientemente aplastada y bregada.

Para el amasado mecánico pueden emplearse dos clases de amasaderas: de movimiento rectilíneo alternativo, ó circular.

Este último sistema es mucho más conveniente y casi el único que se usa ya en el día. El aparato en este caso viene á ser un molino parecido á los de aceite, cuya muela vertical puede ser de piedra ó de fundición. Los mejor construídos se componen de una solera formada de una taza de fundición ó de madera, montada sobre un macizo de mampostería; un árbol vertical atraviesa el centro de esta taza; la muela es de piedra granítica, y puede subir y bajar fácilmente, girando en libertad sobre su eje horizontal, mientras que éste no hace más que trasladarse describiendo un círculo, cuyo centro está en el árbol vertical; este último da próximamente cuatro revoluciones y media por minuto.

El servicio de esta amasadera es tan sencillo como su disposición: un obrero precede á la muela de 25 á 30 centímetros, y remasa la pasta que se aleja de su acción; trabajo que pudiera también obtenerse mecánicamente por medio de una rasqueta.

La muela suele ser á veces de fundición, como antes hemos indicado, y ahora añadiremos que en este caso es generalmente estriada.

La masa, bien preparada y dispuesta, pasa á la prensa, á recibir la forma que se estime conveniente.

Fideos.—Si se trata de la fabricación de fideos, se lleva la pasta, todavía caliente, á la prensa, que generalmente es vertical, siendo uno de los modelos más convenientes el que representa la figura 22, donde se opera del modo siguiente:

Se pone la masa en el cilindro de bronce *a*, bien alisado, llamado vulgarmente campana, cuya masa recibe una gran presión del pistón *b*, movido lentamente por medio de una prensa hidráulica, cuyo cuerpo se ve en *c;* esta presión hace pasar la pasta al través de los agujeros practicados en la gruesa placa *d*, también de bronce, que termina el cilindro. De este modo sale la pasta en hilos más ó menos finos, según el diámetro que tengan los agujeros de la placa.

Cuando estos hilos tengan una longitud de 75 centímetros próximamente, se cortan todos de una vez, se les extiende sobre cestos planos, para llevarlos al taller, donde las mujeres ó muchachos los reúnen en pequeños paquetes antes de hacerlos secar. Continuando la presión, se corta una segunda colección de hilos así que éstos tengan la longitud indicada antes, y así sucesivamente, mientras queda pasta en el cilindro. Debajo de la placa va el ventilador, que sirve para inyectar una corriente de aire sobre los fideos así que van saliendo de la hilera *d*.

Conviene mucho que esta prensa tenga un disparador, para que no gravite nunca sobre la placa inferior y la rompa. Esto lo ha tenido muy presente el Sr. Cases (D. Valero), distinguido constructor establecido en Valencia, que, entre otros muchos aparatos, construye prensas para la fabricación de pastas.

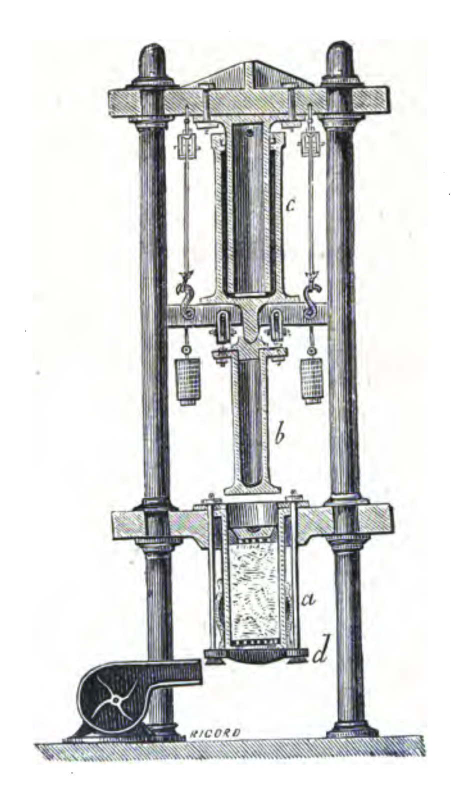


Figura 22

En estos aparatos la presión se ejerce hidráulicamente, consiguiéndose de este modo la supresión de los engranajes y husillo que tienen las prensas ordinarias, por los que, además de ser muy voluminosas, pierden mucho trabajo útil.

Esta prensa se compone de un recipiente. cuya parte superior forma el cilindro donde se mete la pasta, ó sea la campana, á cuyo extremo va colocada la hilera. La parte inferior de esta pieza termina en figura de zócalo, para mayor base de sustentación al aparato. Sobre la campana va colocado el cuerpo de

la prensa, de donde sale el pistón presor, que es el que, obrando sobre la pasta, la obliga á pasar por la hilera.

A un lado de la prensa está la bomba hidráulica que, movida por un excéntrico y una polea, inyecta el agua contenida en un depósito dentro de la prensa, pasando antes por un aparato distribuidor.

El aparato cortador de esta prensa consta de una cuchilla que gira sobre el centro de la hilera, tomando el movimiento del eje del ventilador por medio de un cordón y dos poleas.

Lo mismo en esta prensa que en la anterior, va alrededor de la campana una circulación de vapor para calentarla. En las prensas ordinarias suele emplearse agua caliente.

La manera de trabajar esta prensa se comprende perfectamente sin que la describamos, debiendo llamar la atención, sin embargo, sobre un detalle muy importante. Cuando el pistón llega al fondo de la campana, y poco antes de que pueda tocar la hilera, cambia aquél de marcha automáticamente, y se eleva á gran velocidad, hasta quedar estacionario en la posición de partida, ó sea en disposición de poderse cargar nuevamente de pasta la campana.

En la construcción de las hileras ó moldes debe ponerse gran cuidado; el ensanche de los agujeros disminuye á medida que se separan del centro, aun cuando las aberturas de partida de la pasta deben ser las mismas. Esta disposición tiene por objeto presentar mayor facilidad de escape á la pasta, que se encuentra en el centro del cuerpo de la prensa, y por consiguiente establecer una especie de compensación en la desigualdad de calor que posee en el interior del cilindro. Estando, en efecto, calentado éste, como hemos ya dicho, por medio del agua caliente ó del vapor, debe dar una temperatura más elevada á la capa que se encuentra contra la pared interior que á la que ocupa el centro del cilindro; y se comprende bien, por lo demás, que cuanto más caliente se encuentre la pasta, con mayor facilidad saldrá, por ser más flúida.

Para que la masa no pase durante la presión á la parte superior del émbolo ó pistón, es preciso, ó por lo menos muy conveniente, colocar una trenza de algodón en una pequeña garganta abierta en la parte superior del pistón.

Los fideos preparados con una ú otra prensa, se llevan á secar á los secadores de aire libre muy ventilados, y también á secadores de aire caliente, y en último término se empaquetan ó guardan en cajas á propósito.

Si, en vez de ser los agujeros de la hilera redondos, fueran rectangulares, se obtendrían cintas.

Macarrones.—Los macarrones se preparan con la misma prensa, sólo que en este caso cierra su fondo otra placa cuyos agujeros, ensanchados y más grandes, están provistos de dos en dos de un alambre de hierro ó latón que cuelga, de modo que entre éste y las paredes del agujero queda un espacio circular. Por esta disposición, la pasta sale en forma de tubos huecos, que se cortan como los fideos y se llevan al secador, donde quedan suspendidos por medio de palos ó listones cilíndricos. Por este motivo es muy importante emplear en esta fabricación harinas ricas en gluten y no alteradas, pues si la pasta no fuera de buena calidad y resistente, no podría resistir su propio peso, y se rompería ó deprimiría al encorvarse. Así, pues, cuando se fabrique esta clase de pasta con harinas de mediana calidad, se practicará la desecación de los macarrones dejándolos de plano y dándoles una curvatura parecida á la que hubieran tomado en los listones.

Pequeñas pastas.—Si se quieren preparar pequeñas pastas, tales como estrellas, pepitas, etc., el fondo de la prensa, que en este caso es muy conveniente que sea horizontal, lleva una placa ó hilera llena de agujeros, cuya sección presente las formas que se desee obtener. Un cuchillo circular gira cerca del fondo y corta las pastas del espesor que se quiere, pues al efecto se le puede dar á aquél la velocidad conveniente. Para obtener los discos ó estrellas con taladro ó agujero se fija el hilo como hemos dicho para los macarrones.

El cilindro de las prensas para las pequeñas pastas no está calentado.

Pastas compuestas.—Añadiendo diferentes substancias de buen sabor, aromáticas, etc., se obtienen pastas llamadas compuestas, algunas de las cuales tienen mucha aceptación. Esto sucede, por ejemplo, con la llamada *tagliati,* que fabrican los italianos de la manera siguiente:

Se estrellan en un plato cierto número de huevos frescos; se baten como para hacer una tortilla, y se les añade sal, pimienta, especias, y batiendo siempre, se echa tanta harina de trigo cuanta sea necesaria para formar una pasta que no se pegue al plato; después de haberla trabajado convenientemente con el rodillo, se extiende en hojas delgadas; luego, poniendo cinco ó seis de estas hojas una sobre otra, se cortan en hilos delgados (operación que pudiera hacerse en la prensa) con un buen cu-

chillo; se extienden estos hilos sobre una plancha ó sobre papel, de manera que no se peguen entre sí, con el objeto de secarlos al aire. Esta pasta se adereza, sea fresca ó sea seca, con leche ó caldo; de todas maneras, es de excelente paladar. Para conservar los *tagliatis* se guardan en cajas, procurando que estén bien secos.

Conservación de las pastas.—Las pastas alimenticias de buena calidad se conservan casi indefinidamente, al menos sin alteración sensible, siendo susceptibles de ser almacenadas con ventaja hasta de un año para otro.

Adulteraciones

Adulteración de las féculas.—La fécula de patata se adultera con el carbonato de cal, el yeso, el polvo de alabastro y la arcilla blanca. Varios medios se emplean para reconocer estos fraudes que indica Payen en su *Química industrial,* entre los que vamos á citar los más expeditos.

Se calientan durante media hora al baño-maría y á 75° de temperatura, 25 gramos de la fécula que se trata de reconocer, poniéndola previamente en la cápsula con una disolución de diastasa; si la fécula es pura, se convertirá totalmente en dextrina sin dejar residuo ninguno, y si no lo es, quedará un resto insoluble, que se recogerá sobre un filtro; lavando y secando el peso de esta materia, dará la proporción de cuerpos extraños que contiene la fécula.

Para examinar la composición de este residuo, se le trata por un ácido nítrico ó clorhídrico, diluído en agua, sobre una cápsula de porcelana; si contiene carbonato de cal, producirá una efervescencia, dejando un sedimento; la solución ácida evaporada á sequedad y redisuelta en agua caliente, dará precipitado con el oxalato amónico, reactivo de las sales de cal; el sedimento insoluble seco dará el peso del sulfato de cal y arcilla que haya en la adulteración.

En general, la fécula que contiene carbonato de cal produce efervescencia con los ácidos; la que contiene sulfato de cal, calentada al rojo en un crisol, deja una masa carbonosa que, desleída en agua y adicionada de unas gotas de ácido, desprende un olor característico de hidrógeno sulfurado.

El examen microscópico y la incineración pueden servir también para descubrir los fraudes de la fécula; una pequeña can-

tidad de materia extendida sobre una placa de cristal colocada en el objetivo de un microscopio no presenta á la vista más que granos redondeados, diáfanos y blancos si está pura; pero si está adulterada se ven claramente interpuestos entre los granos otros cuerpos opacos, pardos, angulosos é irregulares.

La proporción de cenizas que deja una incineración de 5 gramos de fécula, y el examen químico de estas cenizas, sirven también para determinar la adulteración de la fécula: estas cenizas están compuestas de cal, sulfatos y arcilla.

Suele estar adulterada la fécula por su mezcla, en cantidad variable, con pulpa y residuos fibrosos pulverizados; para reconocer esta adulteración M. Boudonneau toma 5 gramos de materia feculenta, que diluye en 100 centímetros cúbicos de agua, y después añade á este líquido 4 centímetros cúbicos de solución concentrada de sosa cáustica, la cual disuelve la fécula, formando una masa translúcida é incolora si está pura, siendo, por el contrario, el líquido tanto más turbio y amarillento cuanto mayor sea la adulteración. Agregando al líquido un exceso de ácido clorhídrico, toda la masa se fluidifica, depositando un residuo ó sedimento al cabo de algún tiempo, el cual, examinado al microscopio, dejará ver su composición, que podrán ser arenas ó residuos leñosos.

La fécula suele presentarse mezclada con otros productos exóticos: M. Gobley ha indicado como medio de reconocer este fraude las diversas coloraciones que experimentan las diferentes féculas, puras ó mezcladas, cuando se las somete á la acción del vapor del yodo.

Las féculas, ligeramente humedecidas, se colocan en vidrios de reloj, bajo una campana de cristal, en la que hay vapor de yodo, y se las deja expuestas á su acción durante veinticuatro horas, al cabo de las cuales se obtendrán las siguientes coloraciones:

Almidón, color violáceo.

Fécula de patata, gris tórtola.

Arrow-root puro, café con leche claro.

Arrow-root con un cuarto de almidón, lila gris.

Arrow-root imitado, gris tórtola.

Tapioca verdadero en granos, color amarillo.

Tapioca verdadero en polvo, gamuza.

Tapioca pulverizado y mezclado con un cuarto de almidón, violáceo.

Tapioca imitado en granos, parte de ellos violáceos y otros amarillentos.

Tapioca imitado en polvo, color gamuza.

Sagú blanco en granos, unos gris violáceo y otros amarillos.

Sagú blanco pulverizado, mezclado con un cuarto de almidón, color violáceo.

Sagú imitado en grano, unos violeta y otros amarillos.

Sagú imitado en polvo, color gamuza.

Sagú imitado en polvo con un cuarto de almidón, color violáceo.

La dextrina no da coloración ninguna.

Falsificación del almidón.—El almidón suele falsificarse ó adulterarse con el carbonato y sulfato de cal y con el agua. El carbonato de cal se reconoce muy fácilmente por la efervescencia que produce el almidón que le contiene cuando se le añade un ácido; por esta razón los defraudadores prefieren el empleo del yeso, cuya presencia y proporción en que esté añadido se puede comprobar por el peso del residuo procedente de la incineración de una determinada cantidad del almidón que se trata de examinar, el cual, si está puro, no debe dejar más que 1 á 2 por 100. Este residuo, tratado por el agua templada, da un líquido que precipita en blanco por el oxalato amónico y el cloruro de bario.

El fraude más generalizado consiste en saturar el almidón de humedad; el almidón del comercio contiene 12 por 100 de agua; por medio de una desecación á la estufa y al baño-maría se puede comprobar un peso determinado de almidón, pesándole antes y después de secarle, y la diferencia de peso nos dará la cantidad de agua que contiene.

Al almidón de trigo suele mezclársele almidón de arroz y de maíz, al cual se ha dado la forma de agujas prismáticas; este producto ó mezcla recibe el nombre de almidón inglés; la mezcla sólo puede observarse por medio del microscopio, con el cual se distinguen los discos ó granos del almidón de trigo, que son lenticulares, de grueso variable y llevando un hilo transversal; los granos de almidón de arroz son poliédricos, muy menudos, formando exágonos, con un hilo en su centro; los de maíz, semejantes á los anteriores, son de mayor tamaño y llevan un hilo crucial muy característico; las dimensiones de los granos de almidón son aproximadamente en milésimas de milímetro:

Fécula de patata	140
Almidón de trigo	40 á 50
— de maíz	30
— de arroz.—Granos sumamente pequeños poliédricos.	

Cuando no se dispone de un microscopio, puede recurrirse al siguiente procedimiento, indicado por M. Mayel, para reconocer las diferentes féculas:

Con 5 gramos de almidón y 50 gramos de agua se hace un engrudo elevando la temperatura hasta la ebullición; este engrudo será blanco mate y espesará en seguida si el almidón es de trigo; el de arroz será más lento al espesar, y el de maíz tarda algo menos que el del arroz y más que el del trigo. La fécula produce rápidamente y en caliente un engrudo transparente y espeso.

Agregando á cada uno de estos almidones 15 gotas de una mezcla formada con 5 gotas de tintura de yodo disueltas en 50 gramos de agua destilada, se observa que el almidón de trigo produce en seguida un tono rosa persistente largo tiempo; el almidón de maíz toma un color de heces de vino, y el almidón de arroz adquiere un tono rosado que desaparece casi instantáneamente; la fécula toma un color azulado que se transforma muy pronto en violeta.

Determinación del agua de las féculas.—La fécula retiene siempre una cantidad de agua variable, según el estado higrométrico de la atmósfera; además, una gran parte de esta materia se vende para la fabricación de glucosa al estado de fécula verde; es, por lo tanto, necesario conocer la cantidad de agua que contiene.

Para determinar el agua en una fécula, pueden seguirse varios procedimientos, de los que el más seguro consiste en someter un peso determinado de fécula, 10 ó 25 gramos, á una temperatura de 40° durante una hora, y después á 120° durante cinco horas, pesando luego la muestra después de enfriarla sobre el ácido sulfúrico. La pérdida de peso, multiplicada por 10 si se ha operado sobre 10 gramos, ó por 4 si se opera con 25 gramos, da en centésimas el agua que contiene la fécula; este procedimiento es largo y pesado, y sólo se emplea en caso de litigio.

Scheibler ha propuesto un procedimiento basado en la observación de que, si se mezcla una parte de fécula que contenga 11,40 por 100 de agua con dos partes de alcohol de 0,8339 de peso específico, los dos elementos permanecen indiferentes;

pero si la fécula contiene más agua que la indicada, cede parte de su agua al alcohol, y por el contrario, se la toma si contiene menos de los 11,40 por 100.

Para emplear este método se mezclan 41,70 gramos de fécula y 100 centímetros cúbicos de alcohol á 90°, en un matraz de cristal con cierre esmerilado, y después de una hora de contacto se filtra la mezcla en un filtro seco, determinando el peso específico del líquido filtrado con un alcohómetro; cada tres décimas de grado del alcohómetro en más ó en menos corresponden á una disminución ó aumento de 1 por 100 de agua en la fécula; este procedimiento tiene pocos adeptos por lo complicado y por las causas de error que pueden influir en el resultado.

Otro método para determinar el agua de la fécula es el feculómetro Bloch, el cual no da resultados muy exactos, pero es rápido y fácil de emplear; este aparato está fundado en el principio de que 10 gramos de fécula perfectamente seca, mezclada con un exceso de agua y trasvasada á un tubo largo, ocupan siempre, al sedimentarse, un espacio determinado; este principio no es completamente exacto, por lo que el espacio ocupado por la fécula sedimentada suele variar para la misma cantidad, según el estado y procedencia de aquélla.

M. Fluckiger ha dado un procedimiento práctico y expedito para la determinación del agua en las féculas, fundado en el peso específico del agua y de la fécula. El procedimiento consiste en tomar 100 gramos de fécula y mezclarlos con agua á 14° Reaumur, en matraz tarado en seco, el cual tiene un trazo ó señal en el cuello, que marca el volumen de 250 centímetros cúbicos; cuando el matraz tiene dentro la fécula pesada, se pone en un baño durante media hora, de modo que adquiera la temperatura dicha, y se completa de agua hasta el trazo, después de lo que se seca exteriormente y se pesa; del peso total se deduce la tara del matraz vacío, y el peso resultante de la diferencia se busca sobre la tabla adjunta, el cual da en la correspondiente columna la cantidad de agua que tiene por 100 la fécula ensayada.

Los resultados son tan aproximados, que no difieren de la verdad en un cuarto de centésima, si se mantiene la temperatura de 14° Reaumur.

TABLA para determinar la cantidad de agua en las féculas.

Peso en gramos	Cantidad de agua por 100	Peso en gramos	Cantidad de agua por 100	Peso en gramos	Cantidad de agua por 100
289,40	0	281,10	21	272,85	42
289,00	1	280,75	22	272,45	43
288,60	2	280,35	23	272,05	44
288,20	3	279,95	24	271,70	45
287,80	4	279,55	25	271,30	46
287,40	5	279,15	26	270,90	47
287,05	6	278,75	27	270,50	48
286,65	7	278,35	28	270,10	49
286,25	8	278,00	29	269,70	50
285,85	9	277,60	30	269,30	51
285,45	10	277,20	31	268,90	52
285,05	11	276,80	32	268,50	53
284,65	12	276,40	33	268,10	54
284,25	13	276,00	34	267,75	55
283,90	14	275,60	35	267,35	56
283,50	15	275,20	36	266,95	57
282,90	16	274,80	37	266,55	58
282,70	17	274,40	38	266,15	59
282,30	18	274,05	39	265,75	60
281,90	19	273,65	40		
281,50	20	273,25	41		

ÍNDICE DE MATERIAS

